



Miguel Macias Marques Sequeira

Licenciado em Engenharia do Ambiente

**Potencial de poupança de eletricidade
no pequeno comércio e serviços –
caso-estudo Telheiras**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
do Ambiente, Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

Orientador: João Joanaz de Melo, Professor Auxiliar com
agregação, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira

Arguente: Doutor Hélder Perdigão Gonçalves

Vogal: Prof. Doutor João Miguel Dias Joanaz de Melo



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março de 2016

Potencial de poupança de eletricidade no pequeno comércio e serviços – caso-estudo Telheiras

Copyright © Miguel Macias Marques Sequeira, FCT/UNL, 2016

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer ao Professor João Joanaz de Melo por ter aceitado embarcar comigo nesta viagem à eficiência energética no comércio de Telheiras. A orientação e o aconselhamento durante a sua realização foram cruciais para chegar a bom porto.

Por todo o apoio incondicional, quero agradecer à minha família e, em particular, à minha mãe e aos meus irmãos. Pela ajuda, quero agradecer à Joana Pinto. Pelo incentivo, direto e indireto, agradeço a todos os meus amigos e, em particular, ao João Arteiro, ao Francisco Duarte, ao José Morais, ao Jorge Cordeiro, ao Francisco Chaves e ao Pedro Santos. Neste ponto, tenho também que reconhecer a importância de todos os colegas e professores com que interagi durante o percurso académico.

Pelo auxílio na ligação às entidades do bairro, agradeço à Associação Viver Telheiras, nas pessoas do Luís Pereira e da Clara Nogueira. O interesse revelado pelo tema e a partilha de ideias para divulgação dos resultados e para desenvolvimentos futuros foi uma motivação adicional.

Ao nível do comércio e serviços de Telheiras, quero agradecer a todos os proprietários e trabalhadores de estabelecimentos que aceitaram participar na dissertação. Sem o seu interesse e permissão, não teria sido possível realizar este trabalho.

Em particular, agradeço aos que confiaram e se mostraram recetivos para a execução de auditorias detalhadas nas suas entidades, nomeadamente à Isabel Lourenço e ao Miguel Lourenço, à Carla Neves e ao Fernando Neves, ao Nuno Ferreira, à Indira Andrade, à Ana Correia, à Manuela Teixeira, ao Tiago Baptista, à Sofia Anabela e à Ana Guerra, ao Nuno Reis, à Vera Fernandes, ao José Duarte e ao Pedro Cação, à Patrícia Moreira, e à Maria Manuel Magalhães. Espero que os resultados obtidos contribuam para o sucesso dos seus negócios.

Pela partilha do seu conhecimento sobre sistemas de ar condicionado, quero agradecer ao Engenheiro Jorge Carvalho. A explicação e o material fornecido foram importantes para superar uma área particularmente desafiante da dissertação.

Pelos esclarecimentos relativos às estatísticas nacionais de consumo de eletricidade, agradeço à Maria Basílio da DGEG.

Pelo valor do custo de contratação de um eletricista, agradeço ao Engenheiro José Morais.

Resumo

A energia é um desafio crucial para o desenvolvimento sustentável. Entre as opções para reduzir o consumo e as emissões de gases de efeito estufa, a eficiência surge como a mais promissora.

Na UE, têm sido identificados potenciais de poupança custo-eficazes de 20% a 30% do consumo dos serviços, que permanecem largamente inexplorados. Apesar do tópico da eficiência energética já ter sido investigado em detalhe, existe pouca informação organizada sobre os serviços e, em particular, sobre as suas pequenas e médias empresas. Em 2013, este setor constituía 34% do consumo de eletricidade de Portugal. Neste contexto, o principal objetivo da dissertação é explorar o potencial de poupança de eletricidade no pequeno comércio e serviços.

O bairro de Telheiras, localizado em Lisboa, foi o caso-estudo selecionado, sendo que 13 estabelecimentos foram submetidos a auditorias detalhadas e 37 a auditorias simples. Esta informação foi extrapolada para um total de 107 estabelecimentos semelhantes no bairro.

As auditorias detalhadas indicaram um potencial de poupança custo-eficaz de, em média, 39% do consumo atual. Se apenas forem incluídas medidas com período de retorno inferior a três anos, o potencial de poupança é de 27% dos consumos, com um custo de investimento de 317 € por estabelecimento. Ao nível dos 107 estabelecimentos de Telheiras, tal traduz-se em economias anuais de 218 MWh. A extrapolação deste potencial com rentabilidade alta para a escala nacional sugere uma redução de 1% a 2% no consumo de eletricidade de Portugal.

Uma forma de atingir este potencial é a contratação de serviços energéticos. No entanto, as entidades preferem o envolvimento de agentes locais em detrimento de empresas de energia. A sua maior motivação é a necessidade de reduzir custos, enquanto as barreiras são a baixa prioridade da energia e a falta de conhecimento.

A introdução de um programa de auditorias poderia fornecer o apoio necessário para a adoção de medidas. Dada a elevada taxa de rotatividade e o predomínio de espaços arrendados, parece existir uma oportunidade para melhorar o desempenho durante o processo de certificação energética.

Palavras-chave: eficiência energética, setor dos serviços e comércio, pequenas e médias empresas, caso-estudo local, motivações e barreiras

Abstract

Energy is a crucial challenge for sustainable development. Among the options to reduce consumption and greenhouse gas emissions, energy efficiency is recognized as the most promising one.

In the EU, a number of studies have identified an economic saving potential between 20% and 30% for the service sector, which remains mostly untapped. Although the topic of energy efficiency has been explored in depth before, there is little organized information about the service sector and, in particular, about its small and medium enterprises. In 2013, this sector was responsible for 34% of the final electricity consumption of Portugal. In this context, the main objective of the present dissertation is to explore the electricity saving potential in the small business service sector.

The selected case-study was Telheiras, a neighborhood of Lisbon, where 13 establishments were subjected to detailed energy audits and 37 to a simpler walk-through audit. This information was extrapolated for a total of 107 similar establishments in the neighborhood.

The detailed energy audits indicate an average cost-effective saving potential of 39% of current energy consumption. If only measures with payback period under three years are accepted, the saving potential is of 27% of current consumption, with an average investment of 317 € per establishment. In the 107 establishments of Telheiras, this translates to annual savings of 218 MWh. The extrapolation of this high profitability potential to the national scale suggests a reduction of 1% to 2% of Portugal's electricity consumption.

One way to achieve this potential is to contract energy efficiency services. However the owners of these establishments seem to prefer the involvement of local actors in detriment of large energy utilities. The main driver of action is the need to cut costs and the main barriers identified are the low priority given to energy and insufficient knowledge.

The introduction of an energy audit programme could provide the needed support for the adoption of efficiency measures. Due to the high turnover rate and the prevalence of rented spaces, there appears to exist an opportunity to improve efficiency during the energy certification process.

Keywords: energy efficiency, service and commerce sector, small and medium enterprises, local case study, drivers and barriers

Índice

| | |
|--|------|
| Agradecimentos..... | v |
| Resumo | vii |
| Abstract | ix |
| Índice | xi |
| Índice de figuras | xiii |
| Índice de tabelas | xv |
| Abreviaturas e símbolos | xvii |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1 Enquadramento | 1 |
| 1.2 Âmbito e objetivos | 3 |
| 1.3 Organização da dissertação..... | 3 |
| 2. Revisão de literatura..... | 5 |
| 2.1 Energia | 5 |
| 2.1.1 Considerações gerais..... | 5 |
| 2.1.2 Mundo e União Europeia..... | 6 |
| 2.1.3 Portugal | 7 |
| 2.2 Eficiência energética | 9 |
| 2.2.1 Benefícios..... | 9 |
| 2.2.2 Potencial de poupança..... | 12 |
| 2.2.3 Barreiras | 15 |
| 2.2.4 Promoção | 18 |
| 2.3 Energia no comércio e serviços | 20 |
| 2.3.1 Âmbito do setor | 20 |
| 2.3.2 Caraterização energética do setor | 22 |
| 2.3.3 Caraterização de subsectores | 26 |
| 2.4 Eficiência energética no comércio e serviços | 31 |
| 2.4.1 Benefícios e potencial | 31 |
| 2.4.2 Barreiras e promoção | 33 |
| 2.4.3 Auditorias energéticas | 35 |
| 2.4.4 Medidas de eficiência | 37 |
| 2.5 Regulamentação do setor da energia | 42 |
| 2.5.1 Evolução dos objetivos da UE e de Portugal | 42 |
| 2.5.2 Políticas, planos e programas de eficiência energética | 45 |
| 3. Metodologia | 53 |
| 3.1 Esquema metodológico..... | 53 |
| 3.2 Caraterização do caso-estudo | 54 |
| 3.3 Procedimento de auditoria energética..... | 56 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.3.1 | Auditoria detalhada..... | 56 |
| 3.3.2 | Auditoria simples | 60 |
| 3.4 | Levantamento de medidas de eficiência | 62 |
| 3.5 | Cálculo dos potenciais de poupança à escala dos estabelecimentos | 71 |
| 3.5.1 | Por estabelecimento..... | 71 |
| 3.5.2 | Por categoria de estabelecimentos | 73 |
| 3.6 | Extrapolação dos potenciais de poupança para a escala do bairro | 75 |
| 3.7 | Extrapolação dos potenciais de poupança para a escala nacional | 75 |
| 4. | Resultados..... | 77 |
| 4.1 | Escala dos estabelecimentos..... | 77 |
| 4.1.1 | Por estabelecimento..... | 77 |
| 4.1.2 | Por categoria de estabelecimentos | 78 |
| 4.2 | Escala do bairro de Telheiras..... | 87 |
| 4.2.1 | Caraterização do comércio e serviços do bairro | 87 |
| 4.2.2 | Caraterização energética do comércio e serviços do bairro | 90 |
| 4.2.3 | Extrapolação dos potenciais de poupança | 95 |
| 4.3 | Escala nacional | 97 |
| 4.3.1 | Caraterização do setor do pequeno comércio e serviços | 97 |
| 4.3.2 | Extrapolação dos potenciais de poupança | 98 |
| 5. | Discussão | 99 |
| 5.1 | Escala dos estabelecimentos..... | 99 |
| 5.2 | Escala do bairro de Telheiras..... | 114 |
| 5.3 | Escala nacional | 116 |
| 6. | Conclusões | 119 |
| 6.1 | Síntese e balanço do trabalho desenvolvido | 119 |
| 6.2 | Principais resultados | 120 |
| 6.3 | Cumprimento do objetivo | 122 |
| 6.4 | Desenvolvimentos futuros | 123 |
| | Referências bibliográficas | 125 |
| | Apêndices..... | 135 |
| | Apêndice 1 – Lista de estabelecimentos visitados em Telheiras..... | 135 |
| | Apêndice 2 – Checklist de auditoria energética para pequenos estabelecimentos de comércio e serviços | 137 |
| | Apêndice 3 – Opções para substituição por equipamentos eficientes | 140 |
| | Apêndice 4 – Metodologia de cálculo de ganhos e perdas térmicas..... | 148 |
| | Apêndice 5 – Relatórios de auditoria energética | 152 |
| | Anexos..... | 177 |
| | Anexo 1 – Entrevista com a Associação Viver Telheiras..... | 177 |
| | Anexo 2 – Cartaz da 7ª edição do Festival de Telheiras | 178 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 – Consumo nacional de eletricidade em 2014 por setor económico e tensão | 1 |
| Figura 2.1 – Evolução do consumo bruto de energia por fonte em Portugal | 7 |
| Figura 2.2 – Evolução da intensidade energética em Portugal | 8 |
| Figura 2.3 – Evolução do consumo final por setor de atividade em Portugal..... | 9 |
| Figura 2.4 – Múltiplos benefícios da eficiência energética | 10 |
| Figura 2.5 – Desagregação dos edifícios não-residenciais portugueses por área..... | 21 |
| Figura 2.6 – Evolução do consumo de energia final por setor económico em Portugal..... | 23 |
| Figura 2.7 – Desagregação do consumo final do setor dos serviços português por fonte..... | 23 |
| Figura 2.8 – Evolução da intensidade energética final por setor da economia portuguesa | 24 |
| Figura 2.9 – Desagregação do consumo de eletricidade do setor terciário da UE por uso | 25 |
| Figura 2.10 – Consumo de eletricidade do setor terciário europeu por categoria de edifícios .. | 27 |
| Figura 2.11 – Consumo específico de edifícios de serviços em Portugal no ano de 1991 | 28 |
| Figura 2.12 – Consumo específico de edifícios de serviços nos EUA no ano 2003 | 29 |
| Figura 2.13 – Desagregação do consumo de eletricidade por uso final em alguns edifícios de serviços dos EUA no ano 2003 | 29 |
| Figura 2.14 – Potencial de poupança dos usos finais de energia dos serviços da UE | 32 |
| Figura 2.15 – Evolução do consumo de energia primária e final em Portugal face à meta de redução para 2020 | 44 |
| Figura 2.16 – Áreas e programas inseridos no âmbito do PNAEE 2016..... | 49 |
| Figura 3.1 – Esquema metodológico da dissertação | 53 |
| Figura 3.2 – Material utilizado durante o procedimento de auditoria energética | 56 |
| Figura 4.1 – Potencial de poupança de eletricidade dos estabelecimentos auditados em detalhe face ao seu consumo anual de referência | 78 |
| Figura 4.2 – Consumo anual de eletricidade por área nas categorias de estabelecimentos | 79 |
| Figura 4.3 – Desagregação média do consumo de eletricidade por uso final nas categorias de estabelecimentos | 80 |
| Figura 4.4 – Consumo de eletricidade por uso final num pequeno estabelecimento de comércio e serviços médio do bairro de Telheiras | 81 |
| Figura 4.5 – Potencial de poupança médio face ao consumo atual nas categorias de estabelecimentos | 83 |

| | |
|---|-----|
| Figura 4.6 – Poupanças cumulativas por uso final num estabelecimento médio de Telheiras .. | 86 |
| Figura 4.7 – Investimento por uso final para um estabelecimento médio de Telheiras..... | 86 |
| Figura 4.8 – Limites do bairro de Telheiras e distribuição dos pequenos estabelecimentos de comércio e serviços incluídos no âmbito do estudo..... | 87 |
| Figura 4.9 – Distribuição dos pequenos estabelecimentos de comércio e serviços do bairro de Telheiras por categoria..... | 88 |
| Figura 4.10 – Peso dos diferentes tipos de lâmpadas na iluminação principal dos estabelecimentos de Telheiras..... | 90 |
| Figura 4.11 – Caracterização dos equipamentos de cozinha, conforme a sua capacidade de produção de alimentos, nas categorias de estabelecimentos de Telheiras | 91 |
| Figura 4.12 – Distribuição do número de equipamentos de refrigeração nas categorias de estabelecimentos de Telheiras..... | 91 |
| Figura 4.13 – Estabelecimentos com presença significativa do uso final higiene e limpeza nas categorias definidas para o bairro de Telheiras | 92 |
| Figura 4.14 – Distribuição do número de equipamentos de escritório, audiovisual e comunicação nas categorias de estabelecimentos de Telheiras..... | 92 |
| Figura 4.15 – Estabelecimentos com aquecimento de águas sanitárias nas categorias | 93 |
| Figura 4.16 – Estabelecimentos com equipamentos de climatização ativa e com sistemas de ar condicionado em Telheiras | 93 |
| Figura 4.17 – Estabelecimentos com usos especializados de eletricidade nas categorias definidas para o bairro de Telheiras..... | 94 |
| Figura 4.18 – Estabelecimentos de Telheiras ativos na área da eficiência energética | 94 |
| Figura 4.19 – Consumo nacional de eletricidade em baixa tensão no setor não-doméstico | 97 |
| Figura 5.1 – Comparação do consumo específico anual por área com valores da literatura .. | 100 |
| Figura 5.2 – Comparação dos potenciais de poupança com valores da literatura..... | 110 |

Índice de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 2.1 – Compilação de potenciais de poupança de energia final para o setor terciário | 13 |
| Tabela 2.2 – Compilação de potenciais de poupança de eletricidade para o setor terciário | 14 |
| Tabela 2.3 – Barreiras à eficiência energética por tipologia | 15 |
| Tabela 2.4 – Medidas políticas de promoção da eficiência energética por tipologia..... | 18 |
| Tabela 2.5 – Compilação dos potenciais de poupança de eletricidade para várias tipologias de edifícios de serviços num conjunto de países europeus e na UE | 32 |
| Tabela 2.6 – Seleção de medidas de eficiência energética para o setor dos serviços por uso final de eletricidade | 37 |
| Tabela 2.7 – Objetivos europeus na área da energia para 2020..... | 43 |
| Tabela 2.8 – Objetivos europeus na área da energia para 2030..... | 44 |
| Tabela 2.9 – Custos unitários por consumo evitado das medidas financiadas pelo PPEC | 51 |
| Tabela 3.1 – Lista de estabelecimentos auditados em detalhe no âmbito da dissertação..... | 55 |
| Tabela 3.2 – Potência fantasma de equipamentos elétricos | 59 |
| Tabela 3.3 - Caraterísticas das lâmpadas LED com casquilhos E27, E14, GU10 e GU5.3..... | 63 |
| Tabela 3.4 - Caraterísticas das lâmpadas LED com casquilho G13 | 64 |
| Tabela 3.5 – Consumo anual e investimento para os equipamentos de refrigeração..... | 66 |
| Tabela 3.6 – Consumo por ciclo e investimento para os equipamentos de higiene e limpeza .. | 67 |
| Tabela 3.7 – Investimento associado à compra e instalação de sistemas solares térmicos do tipo termossifão | 68 |
| Tabela 3.8 – Caraterísticas técnicas das unidades de ar condicionado e investimento | 70 |
| Tabela 3.9 – Período de vida útil médio das medidas de eficiência em cada uso final..... | 74 |
| Tabela 3.10 – Número de trabalhadores no escalão com menos de 10 pessoas ao serviço em 2014 em Portugal | 76 |
| Tabela 4.1 - Caraterísticas energéticas dos 13 estabelecimentos auditados detalhadamente no bairro de Telheiras | 77 |
| Tabela 4.2 – Investimento requerido para atingir os potenciais de poupança identificados nos estabelecimentos auditados | 78 |
| Tabela 4.3 – Caraterísticas energéticas médias por estabelecimento nas categorias..... | 79 |
| Tabela 4.4 – Potencial de poupança de eletricidade médio anual por estabelecimento..... | 81 |
| Tabela 4.5 – Potencial de poupança de eletricidade médio anual por metro quadrado | 82 |

| | |
|--|----|
| Tabela 4.6 – Potencial de poupança de eletricidade médio anual por trabalhador..... | 82 |
| Tabela 4.7 – Potencial de poupança de eletricidade médio por número de horas de funcionamento anuais | 82 |
| Tabela 4.8 – Potencial de poupança de um estabelecimento médio face ao consumo atual.... | 83 |
| Tabela 4.9 – Investimento médio por estabelecimento para alcançar as poupanças | 83 |
| Tabela 4.10 – Poupança com ações comportamentais no consumo de eletricidade dos estabelecimentos | 84 |
| Tabela 4.11 – Potencial de poupança médio para cada uso final de eletricidade face ao consumo atual | 85 |
| Tabela 4.12 – Custo unitário por consumo evitado nas categorias de estabelecimentos..... | 86 |
| Tabela 4.13 – Número de estabelecimentos incluídos no estudo e suas características | 89 |
| Tabela 4.14 – Estimativa do consumo anual de eletricidade dos 107 estabelecimentos do bairro de Telheiras..... | 95 |
| Tabela 4.15 – Estimativa do potencial de poupança de eletricidade anual nos 107 estabelecimentos do bairro de Telheiras | 95 |
| Tabela 4.16 – Estimativa das poupanças de eletricidade cumulativas nos 107 estabelecimentos do bairro de Telheiras | 96 |
| Tabela 4.17 – Estimativa do investimento financeiro necessário para explorar os potenciais de poupança de eletricidade nos 107 estabelecimentos do bairro de Telheiras | 96 |
| Tabela 4.18 – Consumo anual de eletricidade dos pequenos estabelecimentos abrangidos pelo âmbito da dissertação à escala nacional | 97 |
| Tabela 4.19 – Extrapolação das poupanças anuais de eletricidade para a escala nacional | 98 |
| Tabela 4.20 – Extrapolação das poupanças anuais de eletricidade para a escala nacional face ao consumo do setor não-doméstico em 2014..... | 98 |
| Tabela 4.21 – Extrapolação das poupanças anuais de eletricidade para a escala nacional face ao consumo total em 2014 | 98 |

Abreviaturas e símbolos

ADENE – Agência para a Energia

America's SBDC – *Association of Small Business Development Centers*

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

APPA – *American Public Power Association*

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BMU – *German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety*

BPIE – *Buildings Performance Institute Europe*

BTE – Baixa Tensão Especial

BTN – Baixa Tensão Normal

CAE – Classificação Portuguesa das Atividades Económicas

CE – Comissão Europeia

CEE – Comunidade Económica Europeia

CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão

CML – Câmara Municipal de Lisboa

COP – *Coefficient of Performance*

DBBCA – *Deutsche Bank Climate Change Advisors*

DGE – Direção Geral de Energia

DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia

EEA – *European Environment Agency*

EED – Diretiva sobre Eficiência Energética

EER – *Energy Efficiency Ratio*

EDP – Energias de Portugal

EM – Estado Membro da União Europeia

EPBD – Diretiva relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios

ESD – Diretiva dos Serviços Energéticos

ENEA – *Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development*

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

ESMAP – *Energy Sector Management Assistance Program*

Eurostat – Gabinete de Estatísticas da União Europeia

FCT/UNL – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

GCEC – *The Global Commission on the Economy and Climate*

GEE – Gases de efeito estufa

GI ZRMK - *ZRMK Building and Civil Engineering Institute*

IA – Revista Indústria e Ambiente

IBRD – *International Bank for Reconstruction and Development*

IEA – *International Energy Agency*

INE – Instituto Nacional de Estatística

IVA – Imposto sobre o Valor Acrescentado

IPEEC – *International Partnership for Energy Efficiency Cooperation*

IPF – *Investment Property Forum*

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

ITG – *Instituto Tecnológico de Galicia*

LED – Díodo emissor de luz

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

MAOTE – Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia

OCI – *Oil Change International*

ODI – *Overseas Development Institute*

OOE – *Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency*

PCM – Presidência do Conselho de Ministros

PECI – *Portland Energy Conservation, Inc.*

PIB – Produto Interno Bruto

PME – Pequenas e Médias Empresas

PNAEE – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

PNAER – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis

PPEC – Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica

PwC – *Pricewaterhouse-Cooper*

QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

SCE – Sistema de Certificação Energética de Edifícios

SCOP – *Seasonal Coefficient of Performance*

SEAI – *Sustainable Energy Authority of Ireland*

SEER – *Seasonal Energy Efficiency Ratio*

SEDAC – *Smart Energy Design Assistance Center*

tep – Tonelada equivalente de petróleo

UE – União Europeia

VAB – Valor Acrescentado Bruto

WBCSD – *World Business Council for Sustainable Development*

WEC – *World Energy Council*

WSBF – *Westminster Sustainable Business Forum*

1. Introdução

1.1 Enquadramento

A energia é o fio condutor que liga o crescimento económico, a igualdade social e a sustentabilidade ambiental (The Secretary-General's High-level Group on SE4All, 2012). O sistema atual é insustentável, sendo que os principais desafios são a redução da procura e a descarbonização do restante consumo (CE, 2011b; GCEC, 2015).

Neste contexto, a melhoria da eficiência energética deve ser uma prioridade nas agendas políticas (Jollands *et al.*, 2010). Esta estratégia é considerada a mais promissora, rápida, económica e segura para mitigar as alterações climáticas, com benefícios adicionais a todos os níveis da sociedade (IPEEC, 2015a). No entanto, as iniciativas de exploração deste potencial nem sempre têm tido sucesso (Sorrel, 2015).

Na União Europeia, os edifícios representam grande parte do consumo de energia final, com cerca de 40% do total (CE, 2015b). O seu potencial para melhoria da eficiência é o maior entre os principais setores económicos e grande parte permanece inexplorado (Parlamento Europeu & Conselho, 2012; IEA, 2013d).

Em Portugal, os edifícios consomem 30% da energia final (DGEG, 2016). Em particular, os serviços contribuem com 12% para a procura de energia final, apresentando um crescimento superior a qualquer outra atividade económica (DGEG, 2016). A eletricidade é crucial para este setor, satisfazendo 75% das suas necessidades energéticas (DGEG, 2016). Neste âmbito, as entidades privadas usam 26% da energia elétrica de Portugal, sendo a maioria abastecida em baixa tensão (figura 1.1) (DGEG, 2015b).

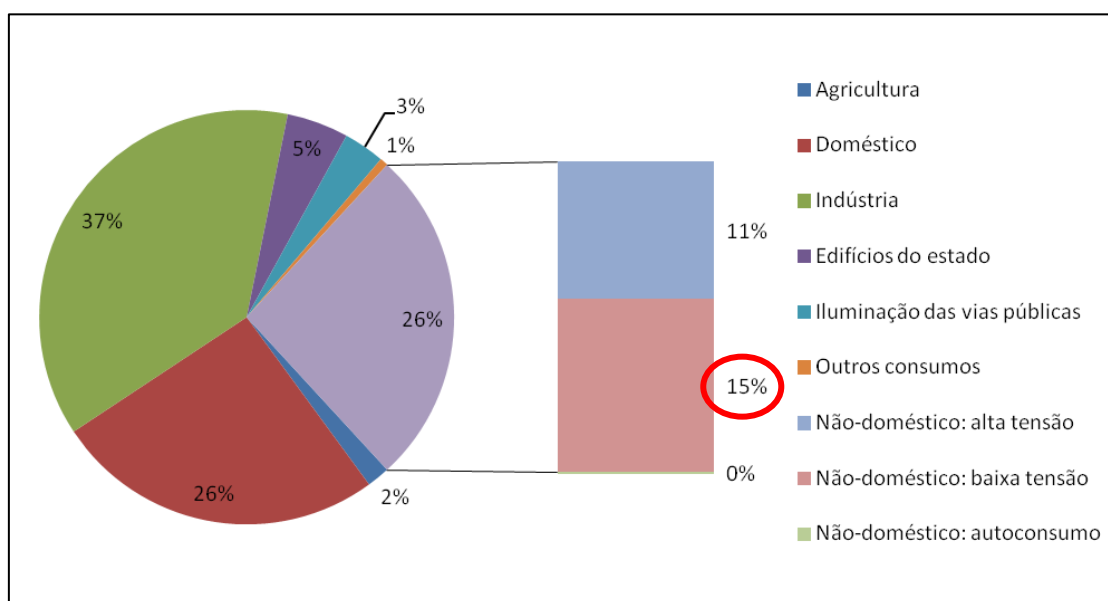


Figura 1.1 – Consumo nacional de eletricidade em 2014 por setor económico e tensão (adaptado de DGEG, 2015b).

Portugal apresenta uma intensidade energética da economia produtiva superior em 27% à média da UE (Governo de Portugal, 2014a). Adicionalmente, nos últimos anos, este indicador para a eletricidade continuou a aumentar, sendo, em 2014, 28% superior aos níveis de 1995 (DGEG, 2016). Nos serviços, e em contraste com a evolução das outras atividades económicas, a intensidade energética apresentou um crescimento absoluto de 31% entre 1995 e 2014 (DGEG, 2016). Este panorama fornece a motivação para a melhoria da eficiência energética no consumo final.

O setor dos serviços inclui todas as atividades relacionadas com comércio, finanças, imobiliário, administração pública, saúde, restauração, alojamento, educação e outros serviços (IEA, 2014b). Desta maneira, é particularmente complexo, com grandes variações no consumo de energia entre regiões e categorias de edifícios (WBCSD, 2009). No contexto urbano, estas atividades têm uma importância notável, tanto a nível económico como ambiental (Oliver-Solà *et al.*, 2013).

Tradicionalmente, as análises de consumo de energia e de opções de eficiência têm-se focado nos setores industrial, residencial e dos transportes (Farreny *et al.*, 2008, *fide* Oliver-Solà *et al.*, 2013). Assim, entre as principais atividades económicas, os serviços possuem a menor quantidade de informação disponível (IBRD/The World Bank & IEA, 2015). Como consequência, os procedimentos de recolha de dados e de cálculo de indicadores ainda não estão bem desenvolvidos neste setor (IEA, 2014c).

A IEA (2014b) considera que, à escala global, o potencial de poupança de eletricidade nos serviços é significativo. No entanto, até agora, poucos estudos abordaram este tema (IEA, 2014b) e, em particular, parece não existir informação suficiente relativa aos pequenos estabelecimentos geridos por entidades privadas. Em Portugal, a única caracterização energética abrangente dos serviços data de 1991 (DGE, 1994), sendo que o setor atravessou uma evolução dinâmica nas últimas décadas.

A recolha de dados ajuda a identificar áreas que justificam a implementação de políticas de eficiência energética (IEA, 2014c). Na ausência de outra informação, até a análise de pequenas amostras pode ser eficaz para efetuar estimativas iniciais dos padrões de consumo e das poupanças disponíveis (IEA, 2014c). Recentemente, o interesse em avaliar a sustentabilidade do ambiente construído expandiu-se da escala dos edifícios, para bairros, freguesias ou até cidades (Haapio, 2012, *fide* Hedman *et al.*, 2014).

O setor do pequeno comércio e serviços tem um papel crucial no ambiente urbano e parece ter um peso significativo para a procura de eletricidade à escala nacional. Nestas entidades, os obstáculos à melhoria da eficiência energética são persistentes (Fleiter *et al.*, 2012a), sendo que mais deve ser feito para as apoiar (WSBF & Carbon Connect, 2013).

1.2 Âmbito e objetivos

A dissertação enquadra-se na área da eficiência energética, direcionando-se para o setor dos serviços português e para o seu consumo de eletricidade. Mais precisamente, foca-se nos pequenos estabelecimentos de comércio e serviços, geridos por entidades privadas que operam ao nível do bairro, onde a literatura é escassa.

O principal objetivo da dissertação é:

- Explorar o potencial de poupança de eletricidade no pequeno comércio e serviços.

Os objetivos secundários incluem:

- Adaptar a metodologia de auditoria energética às especificidades do setor;
- Obter a colaboração de parceiros e contribuir para a redução do seu consumo;
- Analisar os padrões de consumo e o potencial de poupança de diferentes atividades;
- Avaliar as motivações e barreiras ao investimento em eficiência energética no setor;
- Caracterizar em termos energéticos o comércio à escala do bairro;
- Estimar a ordem de grandeza do potencial de poupança à escala nacional.

O caso-estudo selecionado foi o bairro de Telheiras, localizado na freguesia do Lumiar e no município de Lisboa. Os dados recolhidos referem-se ao período entre março de 2015 e março de 2016. Dentro da diversidade do setor, o âmbito do estudo restringiu-se às atividades classificadas como comércio, restauração, saúde, beleza e cultura, tendo em consideração as tipologias existentes no bairro e a disponibilidade dos operadores.

1.3 Organização da dissertação

A presente dissertação divide-se em seis capítulos principais. Estes são complementados pela seção inicial, que inclui o resumo, os índices e as abreviaturas e símbolos, e pela seção final, que inclui a lista de referências bibliográficas, os apêndices e os anexos.

No primeiro capítulo, faz-se um enquadramento geral dos assuntos abordados, com destaque para a eficiência energética e o setor dos serviços. Assim, este ponto justifica a escolha do tema da dissertação e a sua relevância. De seguida, é delimitado o âmbito do estudo e são enunciados os seus objetivos principais e secundários.

O segundo capítulo faz um levantamento pormenorizado da informação relevante, recolhida através de literatura científica e de outras fontes. Neste sentido, analisa-se a problemática da energia e descreve-se a situação atual a várias escalas. O maior nível de detalhe é atribuído a Portugal, onde os dados se referem maioritariamente a 2013 e, por vezes, aos provisórios de 2014. De seguida, aborda-se o tema da eficiência energética, os seus múltiplos benefícios, os potenciais de poupança, as barreiras à sua adoção e os mecanismos para a promover.

Ainda na revisão de literatura, o destaque é colocado nos serviços, sendo descrito o seu âmbito geral, fazendo-se a sua caracterização energética e explorando-se as diferenças entre

as várias atividades. Na perspetiva das pequenas empresas deste setor, analisa-se a problemática da eficiência, descreve-se o procedimento de auditoria e enumera-se as medidas mais comuns. Por fim, é feito o enquadramento legislativo da eficiência energética, à escala europeia e nacional, colocando-se o foco nos instrumentos com efeito nos serviços.

No terceiro capítulo, é definida a metodologia utilizada para responder à questão central da dissertação. Neste sentido, descrevem-se os procedimentos de caracterização do caso-estudo, de auditoria energética detalhada e simples, de levantamento de medidas de eficiência e de cálculo dos potenciais de poupança. Em adição, apresentam-se os métodos utilizados para extrapolar os resultados das auditorias para as escalas do bairro e nacional.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos no âmbito da dissertação. Estes estão organizados, conforme a escala, em resultados por estabelecimento, por categoria de estabelecimentos, para o bairro de Telheiras e para o contexto nacional.

Com espírito crítico, o capítulo cinco discute, comenta e interpreta os resultados obtidos, enunciando-se possíveis fatores de erro e incerteza. Sempre que adequado, são efetuadas comparações com outros estudos relevantes.

Por fim, no último capítulo numerado, procede-se à síntese e balanço do trabalho efetuado e enumera-se as principais conclusões. Em adição, são propostas possíveis áreas de desenvolvimento futuro relacionadas com o âmbito da dissertação.

2. Revisão de literatura

2.1 Energia

2.1.1 Considerações gerais

A energia é uma propriedade misteriosa dos objetos que não pode ser criada nem destruída, mas que pode ser transferida entre sistemas e convertida (Sorrel, 2015). Normalmente, é descrita como a capacidade de efetuar trabalho, encontrando-se sob diversas formas. Entre estas, a eletricidade é considerada a mais conveniente, flexível e útil (Bilgen, 2014).

As fontes de energia podem ser classificadas como fósseis, renováveis ou físseis (Bilgen, 2014). A Comissão Europeia (2015b) define energia bruta como a necessária para satisfazer o consumo terrestre de uma entidade geográfica, energia primária como a energia bruta excluindo os usos não energéticos e energia final como a que é ultimamente fornecida aos consumidores. A intensidade energética é descrita pelo uso de energia por unidade de atividade económica gerada (Mulder & Groot, 2013).

A Comissão Europeia (2011e) destaca a importância crucial da energia ao afirmar que é a força vital da sociedade, cuja sobrevivência e prosperidade depende do seu fornecimento seguro, sustentável e acessível. No entanto, a escala do consumo deste bem está a causar uma série de impactos negativos na atmosfera, hidrosfera e biosfera terrestres (Bilgen, 2014).

De acordo com a IEA (2015a), a energia contribui com a maioria das emissões antropogénicas de GEE, que, muito provavelmente, são responsáveis pelas alterações climáticas atuais. Estas acarretam riscos severos para os ecossistemas e populações humanas, incluindo a subida do nível dos oceanos e sua acidificação (Cortés-Borda *et al.*, 2015).

Para além do dióxido de carbono, as emissões de outros gases e de matéria particulada estão associadas a fenómenos de chuvas ácidas, eutrofização e poluição do ar (Ang *et al.*, 2015; Turconi *et al.*, 2013). Os impactos ambientais são específicos das fontes de energia (EEA, 2015a), incluindo a alteração de ecossistemas e habitats naturais, a libertação de resíduos nucleares, ruído e odor, o risco de atividade sísmica e o consumo de água (Turconi *et al.*, 2013). Mesmo a exploração de renováveis pode ter consequências negativas, em termos de ocupação de solo e destruição de zonas de valor patrimonial (Antunes *et al.*, 2003).

O sistema energético global corre o risco de ficar aquém das expectativas da humanidade (IEA, 2014e). O fornecimento futuro é ameaçado pela escassez de combustíveis fósseis, pela dependência de países instáveis, pelo envelhecimento das infraestruturas e pelas alterações climáticas (Rutter & Keirstead, 2012). Neste contexto, é urgente transformar a sua natureza fundamental, com base na transição para a produção através de fontes renováveis e para o uso eficiente (Leijten & Bolderdijk, 2014). As decisões que orientarão este caminho têm de ser tomadas no presente (CE, 2011e), sendo que o papel dos consumidores é crucial (Leijten & Bolderdijk, 2014).

2.1.2 Mundo e União Europeia

De forma geral, a procura de energia é controlada pela evolução demográfica, pela produtividade económica e pela intensidade energética (Teske *et al.*, 2011). Desde o início do século XIX, o crescimento da população humana e da riqueza tem provocado um aumento substancial no uso deste bem (Sorrel, 2015). Mesmo com o atual enfraquecimento da relação entre o fluxo de energia e a produtividade económica (Sorrel, 2015), espera-se que a tendência crescente no consumo continue durante os próximos anos (Pérez-Lombard *et al.*, 2013).

Em 2013, a produção mundial de energia atingiu quase 14 Gtep, o que representa um crescimento de cerca de 47% desde 1995 (CE, 2015b). A procura de energia pode aumentar quase 50% até 2050 (WEC, 2013c).

Em contraste, na União Europeia, a produção diminuiu 17% desde 1995 (CE, 2015b). Ainda assim, em 2013, a UE consumiu cerca de 12% da energia bruta mundial (CE, 2015b). No mesmo ano, este indicador continuou a tendência decrescente iniciada depois do pico de 2006 (CE, 2014f), igualando os níveis de 1990 (CE, 2015b). Os combustíveis fósseis têm um peso de 73% no cabaz energético (CE, 2015b).

Entre 2005 e 2013, o consumo de energia final da UE diminuiu em média 0,9% por ano (CE, 2015b). O petróleo, o gás natural e a eletricidade contribuíram com cerca de 39%, 24% e 22% para os usos finais, respetivamente (CE, 2015b). No cenário de evolução de referência, o consumo de energia final aumenta até 2020 e depois estabiliza (CE, 2011b), sendo que a quota da eletricidade quase duplica (CE, 2012).

Nos países UE-28, a produção bruta de eletricidade foi superior a 3 mil TWh em 2013, encontrando-se 19% acima dos níveis de 1995, sendo que o pico ocorreu em 2008 (CE, 2014f; CE, 2015b). As fontes renováveis foram responsáveis por mais de 27% da geração elétrica total (CE, 2015b).

A UE é uma região importadora de energia, com uma dependência externa de 53% (CE, 2015b). Em relação a 1995, os EM estão, em média, quase 24% mais vinculados a outros países para satisfazerem as suas necessidades energéticas (CE, 2015b).

Segundo a IEA (2015a), a UE é a região com menor intensidade energética primária no panorama global. Este conjunto de países começou a separação entre crescimento económico e consumo energético antes da crise de 2008 e essa tendência tem aumentado (CE, 2014e). Entre 1990 e 2012, a eficiência no uso final aumentou 25% (EEA, 2015b), sendo que o ritmo de melhoria abrandou desde o princípio da crise económica (Odyssee-Mure, 2015).

Em 2013, os edifícios consumiram mais de 40% da energia final da UE, onde 14 pontos percentuais são usados pelos serviços (CE, 2015b). Em particular, utilizam 60% da eletricidade, dividindo-se igualmente pelas residências e serviços (Eurostat, 2015). O Parlamento Europeu & Conselho (2010) projetam um aumento no consumo de energia futuro dos edifícios.

2.1.3 Portugal

O sistema energético português encontra-se sujeito às mudanças constantes do panorama mundial, devido às implicações diretas da situação económica no consumo (DGEG, 2015e). As transformações ocorridas nas últimas décadas revelam os esforços para acompanhar os desenvolvimentos da UE (Amorim *et al.*, 2014). Portugal encontra-se entre os países europeus mais vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas, verificando-se a intensificação da desertificação, da erosão costeira e dos incêndios florestais (Governo de Portugal, 2014a).

Entre 1995 e 2013, a produção doméstica de energia cresceu em média 4,5% por ano, fruto da maior contribuição das fontes renováveis endógenas (DGEG, 2016). No entanto, a disponibilidade destes recursos apresenta uma elevada variabilidade, associada às condições meteorológicas (Garcia *et al.*, 2014). O peso da produção doméstica no consumo de energia primária aumentou de 15% para 26%, entre 1995 e 2013 (DGEG, 2016). A nível nacional, este indicador encontra-se mais de 10 pontos percentuais acima da média europeia (CE, 2015b).

Em 2013, Portugal consumiu 21,5 Mtep de energia bruta, dos quais 20 Mtep para usos energéticos (DGEG, 2016). Desde o pico de 2005, este indicador tem decrescido à taxa média de 2,6% por ano (DGEG, 2016). A projeção para o período entre 2010 e 2030 pauta-se por uma redução no consumo, para todos os cenários socioeconómicos (APA, 2012). No entanto, até 2050, a procura pode crescer em comparação com os níveis de 2010 (APA, 2012).

Em 2013, o petróleo continuou a ser a principal fonte, com um peso de 44% no consumo total (DGEG, 2015e). Entre 1995 e 2013, apenas o consumo de fontes renováveis e de gás natural cresceu em termos absolutos (figura 2.1).

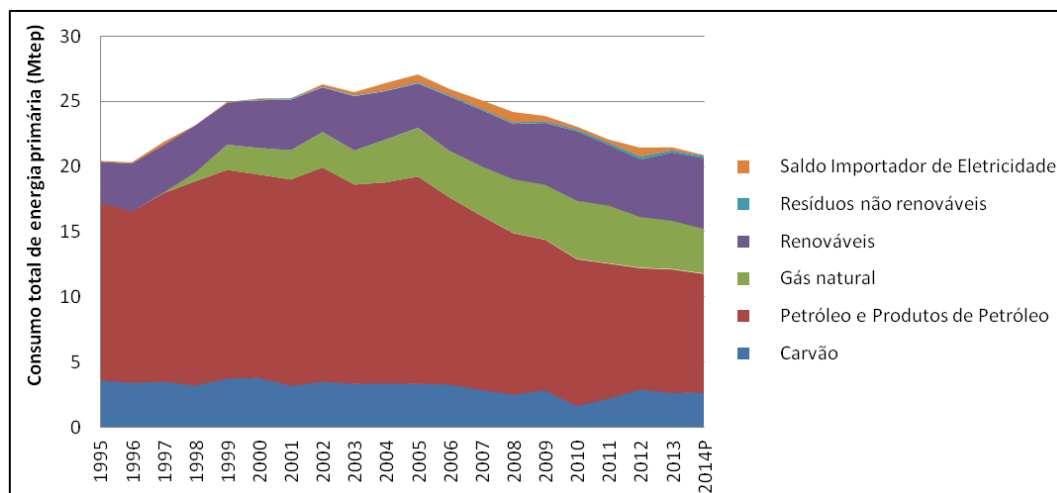


Figura 2.1 – Evolução do consumo bruto de energia por fonte em Portugal (adaptado de DGEG, 2016).

A nível nacional, o consumo de energia final aumentou acentuadamente entre 1990 e 2000, seguindo-se um período de crescimento mais lento até 2005, que culminou na tendência atual de retração da procura (PCM, 2008, 2013). Em 2013, foram utilizados 15,2 Mtep de energia final, o que representa uma redução de 23% em relação ao pico de 2005 (DGEG, 2016).

Em 2013, o petróleo permaneceu a principal forma de energia final, com um peso de 48% no total, seguido da eletricidade e do gás natural com 26% e 10%, respetivamente (DGEG, 2015e). Entre 1995 e 2013, o consumo de eletricidade aumentou quase 58% (DGEG, 2016).

Em 2014, a produção bruta de eletricidade foi 53 TWh, o que representa um crescimento de 13%, em comparação com os níveis de 2005 (DGEG, 2015c). Este incremento baseou-se nas tecnologias hídrica e eólica que atingiram pesos de 31% e 23% na produção total, respetivamente (DGEG, 2015c). A contribuição das centrais térmicas foi reduzida para 44%, correspondendo ao valor absoluto mais baixo da última década (DGEG, 2015d).

Por outro lado, o consumo final de eletricidade foi 46 TWh em 2014, tendo vindo a decrescer desde o pico de 2010 (DGEG, 2015c). Em relação aos níveis de 2005, verificou-se uma redução absoluta de apenas 2%, muito inferior à tendência registada para a energia final (DGEG, 2015c). Normalmente, a ponta anual ocorre no mês de Janeiro, existindo também um período de procura mais exigente em Julho (DGEG, 2013). No setor doméstico, os preços da eletricidade aumentaram a uma taxa média anual de 5%, desde 2004 (DGEG, 2015e).

Historicamente, Portugal apresenta uma dependência energética elevada, caracterizada por valores entre 80% e 90%. Nos últimos anos, a aposta em fontes renováveis e em eficiência energética permitiu baixar este indicador, sendo que, em 2013, situou-se perto dos 74% (DGEG, 2015e). Em 2013, o saldo importador de produtos energéticos cifrou-se em 6 mil milhões de euros, com um peso de 3,7% no PIB (DGEG, 2015f).

A nível nacional, a intensidade energética primária cresceu entre 1997 e 2005, enquanto na UE, durante o mesmo período, melhorou substancialmente (PCM, 2008). Nos últimos anos, este indicador tem vindo a diminuir, encontrando-se, em 2013, apenas 5% acima da média europeia (CE, 2015b). Todavia, este desempenho positivo encobre uma intensidade energética da economia produtiva superior em 27% à média da UE (Governo de Portugal, 2014a).

No período até 2013, a intensidade energética primária diminuiu quase 18%, desde o pico de 2005, enquanto a final decresceu perto de 20%, desde o pico de 2004 (figura 2.2). Comparando com o ano 1995, apenas a intensidade elétrica aumentou (DGEG, 2016).

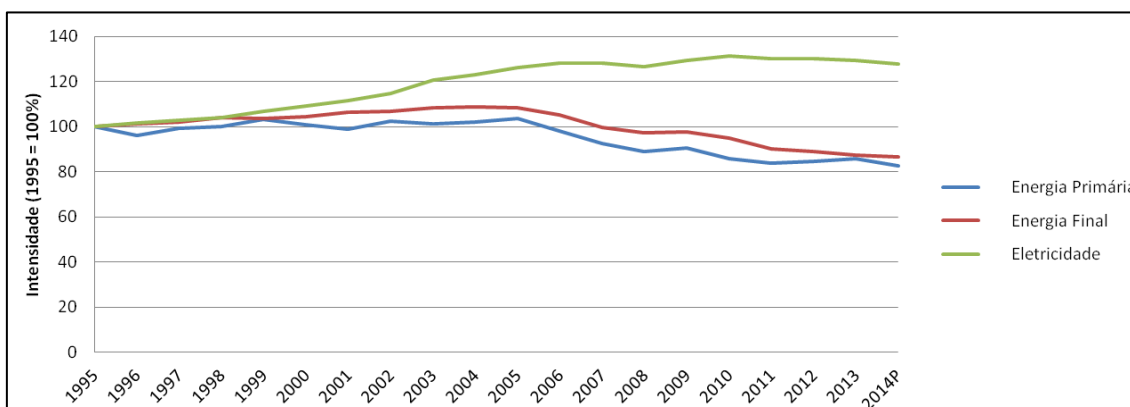


Figura 2.2 – Evolução da intensidade energética em Portugal (1995 = 100%) (adaptado de DGEG, 2016).

Em 2013, os edifícios consumiram quase 30% da energia final em Portugal, onde 12 pontos percentuais se devem aos serviços (figura 2.3). No mesmo ano, os transportes foram responsáveis por 36% e a indústria por 32%. Dentro do consumo final, os edifícios utilizaram mais de 30% do gás natural, cerca de 14 pontos percentuais nos serviços, e 60% da eletricidade, com 34 pontos percentuais nos serviços (DGEG, 2016). Desta forma, os serviços apresentam o segundo maior peso individual na procura de eletricidade nacional (DGEG, 2016).

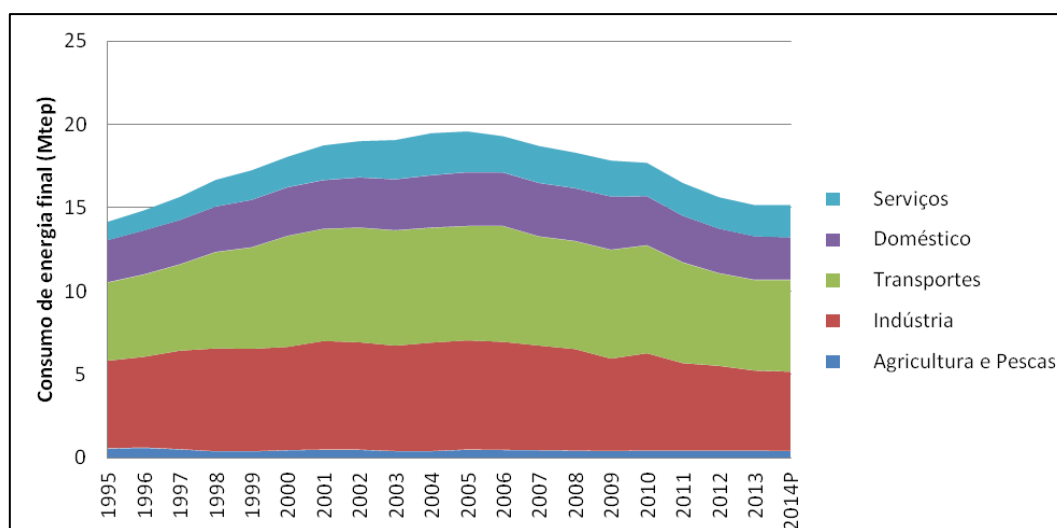


Figura 2.3 – Evolução do consumo final por setor de atividade em Portugal (adaptada de DGEG, 2016).

O setor dos serviços representou 2% das emissões nacionais de GEE em 2012, sendo que, em 2005, este valor era 4% (APA, 2015). Em 2012, estas emissões encontravam-se 65% abaixo dos níveis de 2005 e 48% acima dos de 1990 (APA, 2015). No setor comercial, em 2010, as emissões indiretas foram mais do triplo das diretas, principalmente devido ao consumo de eletricidade proveniente de centrais térmicas (EEA, 2012a). Em Portugal, é a segunda atividade com menor intensidade carbónica, logo após as habitações (CE, 2014g).

2.2 Eficiência energética

2.2.1 Benefícios

O conceito de eficiência é usado em várias áreas, correspondendo à capacidade de atingir o efeito desejado com gasto mínimo de recursos (Pérez-Lombard *et al.*, 2013). Neste âmbito, a eficiência energética é descrita pela razão entre os resultados úteis e o consumo de energia associado (World Bank/ESMAP & IEA, 2013). A sua melhoria visa reduzir a energia consumida, sem comprometer a qualidade dos serviços prestados (Antunes *et al.*, 2003).

A intensidade energética é um indicador predominantemente usado ao nível macroeconómico, enquanto as decisões de investimento são tomadas pelo consumidor final (Proskuryakova & Kovalev, 2015). Este indicador é uma aproximação imperfeita ao nível de eficiência real

(World/Bank/ESMAP & IEA, 2013), sendo afetado pela natureza das atividades do setor, pelo cabaz energético do país, pelo clima, pelo nível de desenvolvimento e pelo estilo de vida (WEC, 2013a). À escala microeconómica, a eficiência e a poupança referem-se a duas situações diferentes, onde a linha de divisão por vezes é ambígua (Scholamann *et al.*, 2015).

Pérez-Lombard *et al.* (2013) consideram que o termo poupança indica uma diminuição no uso de energia, que pode ser obtida através de melhorias na eficiência ou de alterações comportamentais (Oikonomou *et al.*, 2009). Para o segundo caso, Oikonomou *et al.* (2009) utilizam o conceito de conservação de energia. Por outro lado, a eficiência refere-se sempre a melhorias tecnológicas que reduzem a intensidade energética (Pérez-Lombard *et al.*, 2013). Tendo em conta o objetivo final de poupar energia, a solução ótima passa pela harmonização entre os esforços de conservação e de melhoria técnica.

Nos últimos anos, a visão tradicional da eficiência energética como um “combustível escondido” foi progressivamente substituída pelo seu reconhecimento como o “primeiro combustível” (IEA, 2014a). Tal reflete a mudança para um paradigma que valoriza de forma semelhante as ações no abastecimento e no consumo. Desde 1990, as melhorias na intensidade global permitiram poupanças de energia de 24% do consumo final em 2014 (IEA, 2015b). Assim, a eficiência pode ser considerada um potencial reservatório de recursos, que são extraídos através de ações e investimentos (Oikonomou *et al.*, 2009).

A eficiência energética tem um papel fundamental na transição para um sistema energético mais competitivo, seguro e sustentável (CE, 2014e). De facto, é amplamente reconhecida como a maneira mais custo-eficaz e imediata de lidar com os diversos problemas relacionados com a energia (IEA, 2014b). Considerando a abordagem abrangente ilustrada na figura 2.4, as medidas de eficiência energética podem retornar até quatro vezes o investimento (IEA, 2014a).



Figura 2.4 – Múltiplos benefícios da eficiência energética (adaptado de IEA, 2014a).

A melhoria da eficiência diminui o uso de combustíveis fósseis e aumenta a segurança do abastecimento de energia (CE, 2015d; WEC, 2010). Ao dissociar o crescimento económico da procura de energia, reduz a necessidade de aumentar a capacidade do fornecimento (Antunes *et al.*, 2003; WEC, 2010). A instalação de qualquer infraestrutura nova leva a alterações no uso do solo e à fragmentação do território, sendo que nenhuma tecnologia de geração de eletricidade é totalmente aceite pelas comunidades locais (CE, 2011b). Assim, a eficiência energética é a solução para a maior penetração das fontes renováveis, ajudando a cumprir as metas estabelecidas (IPEEC, 2015a).

Se todas as outras condições forem iguais, a diminuição da procura de serviços energéticos levará a uma redução nos preços da energia (IEA, 2014a), servindo também de proteção contra a sua volatilidade (IEA, 2014b). As medidas de eficiência baixam os custos operacionais das empresas, diminuem o impacto da energia no orçamento doméstico e equilibram o saldo entre importações e consumo (IEA, 2013d). Em adição, contribuem para a melhoria da competitividade, produtividade e das condições de trabalho (IEA, 2015b; WEC, 2010).

A eficiência energética tem um papel fulcral no combate à pobreza, tornando a energia mais acessível. Ao aumentar a qualidade dos espaços interiores, as medidas de eficiência em edifícios têm o potencial de melhorar significativamente a saúde e o conforto dos seus ocupantes (IEA, 2014a). Estas medidas geram, tipicamente, três vezes mais emprego que um investimento equivalente em combustíveis fósseis (GCEC, 2015).

As medidas de gestão do consumo são as mais eficazes em minimizar, simultaneamente, todos os impactos ambientais do ciclo de vida da energia (Antunes *et al.*, 2003). A todas as escalas, a redução da procura de energia reduz a pressão sobre recursos naturais escassos (IEA, 2014a). Em adição, contribui para a diminuição da poluição do ar, água, solo e acústica, com vantagens para a saúde humana e dos ecossistemas (CE, 2014e). Tipicamente, a eficiência energética tem relações positivas e sinérgicas com outros sistemas de recursos (IBRD/The World Bank & IEA, 2015).

A eficiência energética afeta positivamente a balança comercial da UE e aumenta as receitas do orçamento público (CE, 2014h). A todos os níveis da economia, as medidas têm o efeito de reduzir os custos energéticos, libertando fundos para outras áreas (IEA, 2014a). Por fim, o nível de eficiência de um bem afeta o seu valor, o que se traduz na aceitação de aumentos na sua avaliação de mercado (Eichholtz *et al.*, 2011 *fide* IEA, 2014a).

A capacidade da eficiência energética de lidar com diversos objetivos simultaneamente levou o WEC (2010) a considerá-la “o fruto baixo” na “árvore da energia”. Por sua vez, a IEA (2015b) classificou-a como a “flecha na aljava” mais importante para promover a dissociação entre o crescimento económico e as emissões de GEE. Neste contexto, a eficiência é uma componente essencial de qualquer estratégia energética, com oportunidades abundantes de melhorar o uso dos recursos a custos mais baixos que as opções de abastecimento equivalentes (GCEC, 2015).

2.2.2 Potencial de poupança

O WEC (2013c) afirma que existe um potencial significativo para melhorias da eficiência ao longo de toda a cadeia de valor da energia e, de acordo com a IEA (2015b), grande parte permanece inexplorado. A sua quantificação fornece informações importantes para o desenvolvimento de políticas e para o planeamento do sistema energético (Sreedharan, 2013).

Normalmente, a análise deste potencial define as poupanças energéticas e económicas passíveis de serem obtidas, em comparação com uma situação de referência (Sreedharan, 2013). Este cálculo deve ser adicional às melhorias autónomas na intensidade energética, que ocorrem devido a mudanças estruturais, à substituição natural das tecnologias e a alterações nos preços de energia (CE, 2007; Ecofys & Fraunhofer, 2010). Os métodos *top-down* consideram o consumo em elevados níveis de agregação, enquanto os *bottom-up* têm como ponto de partida as poupanças individuais à escala do consumidor (Schlomann *et al.*, 2015). Idealmente, uma análise abrangente do potencial de poupança integra ambas as perspetivas (IEA, 2013a).

Em primeiro lugar, o potencial técnico considera o uso das melhores tecnologias disponíveis em todas as áreas, não sendo limitado por aspetos económicos (WEC, 2013b). Assim, trata-se de uma quantidade máxima teórica que, no entanto, negligencia os papéis antagónicos da conservação de energia e do efeito ricochete (Sreedharan, 2013).

O potencial económico apenas concebe o uso de tecnologias cuja aplicação é economicamente viável, durante a sua vida útil (WEC, 2013b). Desta forma, é o subgrupo do potencial técnico que é custo-eficaz em comparação com os custos do fornecimento da energia, na perspetiva do país, ou com o seu preço final, na ótica dos consumidores (Sreedharan, 2013; Fraunhofer ISI *et al.*, 2009).

Por sua vez, o potencial económico pode ser dividido em potencial máximo alcançável e potencial realista, conforme a intensidade dos programas de promoção de eficiência energética (Sreedharan, 2013; WEC, 2013b). O primeiro assume um esforço político intenso que procura ultrapassar as barreiras existentes, enquanto o segundo apenas considera ações moderadas que, ainda assim, são superiores ao cenário de referência (Fraunhofer ISI *et al.*, 2009). O potencial realista é particularmente importante, pois captura as oportunidades com maior probabilidade de serem exploradas através de intervenções políticas (Wang & Brown, 2014).

A quantificação destes potenciais é um desafio, sendo complicado avaliar a contribuição individual de várias ações localizadas (IEA, 2012). Em adição, o procedimento de seleção das medidas economicamente viáveis não é perfeito, devido a dificuldades na estimativa da sua persistência e na escolha de uma taxa de desconto aceitável (IEA, 2012; Nord & Sjøthun, 2014). Muitas vezes, aparecem problemas na definição da situação de referência, que pode ser o consumo histórico ou um cenário hipotético onde a melhoria da eficiência não ocorre (Sorrel, 2015; IEA, 2012; Wang & Brown, 2014).

Devido a estes fatores de erro, Sorrel (2015) afirma que a literatura está repleta de estimativas pouco fiáveis de poupanças energéticas. Caso os resultados variem muito conforme as fontes, podem gerar-se debates que distorcem a utilidade da eficiência energética (Sreedharan, 2013).

A nível global, o IPEEC (2015b) estima que, até 2035, o maior potencial se encontra nos edifícios, com mais de 5 Gtep de poupanças energéticas cumulativas disponíveis. Em particular, o parque imobiliário atual constitui o setor com maior potencial de economia de energia (Parlamento Europeu & Conselho, 2012). Em 2006, a CEE (2006) estimou que o potencial económico da UE era de 20% do consumo de energia primária, em comparação com o cenário de referência, até 2020. Para Portugal, a APA (2015) estimou potenciais de poupança económicos entre 36% e 37%, para o ano 2020, e entre 41% e 50%, para o ano 2030, no consumo de energia primária face a um cenário de referência.

Nos edifícios, a CE (2007) estimou um potencial económico de 28% do consumo de energia primária até 2020, sendo que para os serviços este valor pode atingir 30 %, no mesmo cenário de referência (CEE, 2006). Assim, no horizonte 2020 e em termos relativos, este setor apresenta as maiores poupanças de energia, entre as várias atividades económicas (CE, 2007). No entanto, a sua menor dimensão no consumo final total, comparando com os outros setores, torna o valor destas economias o menor em termos absolutos (CE, 2007). Na tabela 2.1, apresentam-se vários potenciais de poupança de energia final, face aos respetivos cenários de evolução de referência, encontrados na literatura científica para o setor terciário da UE.

Tabela 2.1 – Compilação de potenciais de poupança de energia final para o setor terciário da UE.

| Autor | Ano de realização | Tipo de potencial | Poupança energética (%) |
|---|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Fraunhofer ISI <i>et al.</i> (2009) | 2020 | Técnico | 25 |
| | | Elevada intensidade política | 17 |
| | | Baixa intensidade política | 14 |
| PwC <i>et al.</i> (2014) e Fraunhofer ISI <i>et al.</i> (2009) | 2030 | Técnico | 37 |
| | | Económico | 28 |
| | | Elevada intensidade política | 26 - 29 |
| | | Baixa intensidade política | 14 - 22 |
| BMU & Fraunhofer ISI (2012) | 2050 | Técnico | 61 |

No caso da eletricidade, o potencial de poupança técnico é de 37% do consumo de referência, até 2050 (BMU & Fraunhofer ISI, 2012). Para esta fonte, a comparação entre setores económicos revela que os potenciais de poupança dos não incluídos no CELE são consideravelmente superiores aos dessas indústrias (Fraunhofer ISI *et al.*, 2009). Na tabela 2.2, apresentam-se vários potenciais de poupança de eletricidade, face aos respetivos cenários de evolução de referência, encontrados na literatura científica para o setor terciário da União Europeia.

Tabela 2.2 – Compilação de potenciais de poupança de eletricidade para o setor terciário da UE.

| Autor | Ano de realização | Tipo de potencial | Poupança energética (%) |
|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|
| Fraunhofer ISI <i>et al.</i> (2009) | 2020 | Técnico | 14 |
| | | Elevada intensidade política | 13 |
| | | Baixa intensidade política | 13 |
| Fraunhofer ISI <i>et al.</i> (2009) | 2030 | Técnico | 21 |
| | | Elevada intensidade política | 20 |
| | | Baixa intensidade política | 20 |

Os potenciais de poupança dos combustíveis, principalmente usados para usos térmicos nos serviços europeus, são, em termos relativos, maiores que os da eletricidade (Fraunhofer ISI *et al.* (2009). No setor terciário português, Ecofys & Fraunhofer ISI (2010) consideram que estão disponíveis poupanças de 902 ktep de energia final, divididos em 505 ktep de combustíveis e 397 ktep de eletricidade, que podem ser exploradas com um nível de intensidade política elevado até 2030.

Para além da poupança atingida com medidas de eficiência, a EEA (2013) e a IEA (2014b) estimam um potencial de poupança alcançável de 20% a 30% do consumo atual, através da melhoria dos comportamentos energéticos dos consumidores. As iniciativas de alteração dos comportamentos, ao nível das comunidades, têm o potencial de reduzir o consumo entre 5% e 20% (EEA, 2013).

Todavia, o aumento da eficiência nem sempre fornece, de forma completa, as poupanças energéticas previstas pelas análises técnicas (IEA, 2012). Este facto é explicado pela presença de múltiplos efeitos de ricochete (*rebound effect*) (Sorrel, 2015). Normalmente, este conceito descreve o impacto que a redução dos custos dos serviços energéticos, causada pela melhoria da eficiência, tem no comportamento dos consumidores (EEA, 2013). Embora existam registos de casos onde os benefícios da ação, em termos energéticos, são cancelados (IEA, 2013a), a maior parte das estimativas varia entre 9% e 30% das poupanças esperadas (IEA, 2014d).

A existência deste efeito não justifica o adiamento de investimentos em eficiência energética, até porque a sua importância tende a diminuir ao longo do tempo (EEA, 2013). Em adição, a IEA (2014a) considera que o redireccionamento das poupanças para outras atividades não é, necessariamente, um resultado negativo.

A IEA (2013d) afirma que os benefícios da eficiência energética estão longe de ser gastos, sendo que no seu cenário de evolução central dois-terços do potencial de poupança económico, e mais de 80% nos edifícios, permanecerão inexplorados em 2035. Assim, embora a literatura realce o enorme potencial de melhoria da eficiência energética, o progresso tem sido lento (WEC, 2010).

2.2.3 Barreiras

A melhoria da eficiência energética no consumo final é um objetivo atraente, mas não é, claramente, de fácil obtenção (Stephenson *et al.*, 2010). Embora o investimento em tecnologias e práticas eficientes pareça fazer sentido na perspectiva económica, o seu nível de adoção é, muitas vezes, inferior ao esperado (IEA, 2012). Esta discrepância entre a implementação ótima e a real é denominada de lacuna da eficiência energética (*energy efficiency gap*) (Backlund *et al.*, 2012). Ao não agirem na área da eficiência, os indivíduos e empresas estão, aparentemente, a ignorar oportunidades lucrativas (Croucher, 2011).

A lacuna da eficiência energética é explicada pela existência de uma série de barreiras que desencoraja os decisores de fazerem as melhores escolhas na perspectiva económica (IEA, 2012). Normalmente, estas são classificadas em falhas de mercado e barreiras de mercado, onde o primeiro termo se refere a desvios às premissas de um mercado perfeito e o segundo, mais geral, inclui todos os obstáculos económicos, organizacionais e comportamentais (tabela 2.3) (Backlund *et al.*, 2012). Muitas delas afetam, de forma transversal, todos os setores económicos (IEA, 2011), sendo significativamente mais severas em edifícios (WEC, 2010).

Tabela 2.3 – Barreiras à eficiência energética por tipologia (adaptado de IEA, 2010; IEA, 2012; Jollands *et al.*, 2010; WEC, 2013a).

| Tipo | Barreira |
|-----------------------------|---|
| Mercado | Falta de visibilidade da energia e fragmentação do mercado |
| | Distorção dos preços da energia |
| | Presença de custos e benefícios escondidos |
| | Problema mandante-mandatário |
| Financeira | Elevados custos iniciais e dispersão dos benefícios ao longo do tempo |
| | Perceção desfavorável dos riscos associados aos investimentos em eficiência |
| | Falta de capital disponível |
| Regulatória e institucional | Legislação insuficiente, excessiva ou ineficiente às escalas nacional e internacional |
| | Recursos governamentais escassos para o apoio à eficiência |
| | Bias institucional para os investimentos no abastecimento de energia |
| Técnica | Falta de tecnologias eficientes, acessíveis e adequadas às condições locais |
| | Riscos tecnológicos |
| | Falta de técnicos qualificados |
| | Baixa taxa de rotatividade das infraestruturas e equipamentos |
| Informação e sensibilização | Informação incompleta, imperfeita, contraditória ou assimétrica |
| | Falta de conhecimento por parte dos consumidores |
| | Baixa prioridade dos investimentos em eficiência e visão a curto prazo |
| | Racionalidade limitada |

A produção e o uso de energia têm externalidades negativas, com consequências para a sociedade (Ryan *et al.*, 2011, *fide* IEA, 2013a). Quando os preços da energia não refletem

estes custos, os atores privados podem não encontrar benefícios em reduzir o consumo (GCEC, 2015). Em particular, ao subsidiar os combustíveis fósseis, os governos estão a gastar grandes quantidades de recursos financeiros em ativos não económicos (ODI & OCI, 2015).

Outro fator que reduz o investimento em eficiência energética é a existência de custos escondidos (Schleich, 2009). De facto, sempre que existem gastos na superação das barreiras, pode-se falar de custos de transação diretos e outros custos implícitos (IEA, 2012). O primeiro tipo inclui os custos de recolha, avaliação e aplicação da informação sobre os potenciais de poupança, bem como os associados à descoberta, negociação e monitorização de contratos com fornecedores (Coase, 1991, *vide* Schleich & Gruber, 2008). O segundo inclui o incómodo da interrupção do funcionamento usual, o desvio de recursos e o tempo gasto (WSBF & Carbon Connect, 2013). Estes custos têm de ser analisados em decisões de investimento em eficiência, podendo aumentar o tempo de retorno das medidas (IEA, 2012).

O problema mandante-mandatário (*principal-agent*) é uma falha de mercado que engloba a divergência de incentivos e a informação assimétrica (IEA, 2013a). Nestes casos, os decisores sobre investimentos nem sempre correspondem aos utilizadores que pagam as faturas, sendo o exemplo mais conhecido o dilema do proprietário-arrendatário (WEC, 2012a). Este termo descreve uma situação em que proprietários e inquilinos se mostram individualmente relutantes em pagar pela melhoria do desempenho energético do espaço alugado (CE, 2011d). Outros exemplos deste problema relacionam-se com o funcionamento das organizações, incluindo a rotação de empregos e a não alocação dos custos aos departamentos (Schleich, 2009).

Ao contrário da produção de energia, as medidas de eficiência requerem entrada imediata de capital proveniente dos consumidores (Croucher, 2011). Tipicamente, as suas restrições financeiras são mais severas do que o revelado pelas taxas de desconto (WEC, 2013a).

Os intermediários tradicionais têm relutância em apoiar projetos de eficiência energética (CEE, 2005). Caso o acesso a capital externo seja limitado, estes podem ser descartados, mesmo que apresentem retorno positivo (Schleich, 2009). Também o acesso a capital interno pode ser constrangido por orçamentos que descriminem contra a eficiência (Schleich, 2009).

Contrariamente às medidas direcionadas à expansão do fornecimento de energia, a aposta em eficiência pode parecer abstrata (GCEC, 2015). Esta é uma das razões para, até recentemente, o tópico da eficiência se encontrar pouco representado na agenda política (BMU & Fraunhofer ISI, 2012). Este insuficiente compromisso político, associado à fraca coordenação e à falta de planeamento a longo prazo, afeta o nível de investimento (CE, 2011a).

Neste contexto, os apoios à produção convencional têm sido muito superiores aos destinados a fontes renováveis que, por sua vez, são superiores aos dirigidos à melhoria da eficiência (WWF *et al.*, 2011, *vide* Simões *et al.*, 2014). Em adição, alguns autores (Parker, 2009; Hens, 2010; *vide* Nord & Sjøthun, 2014) consideram que o ênfase atual das fontes renováveis pode prejudicar o nível de investimento em eficiência. A prioridade atribuída a esta área é ténue, sendo adversamente afetada pelos baixos níveis de cumprimento (WEC, 2010).

O mercado não investe o suficiente em novas tecnologias que, muitas vezes, apenas se tornam lucrativas após o seu custo diminuir (Ecofys & Fraunhofer ISI, 2010). As empresas podem não conseguir retorno das despesas efetuadas nesta fase inicial, sendo a aposta em novas tecnologias inferior ao nível que seria desejado (Ecofys & Fraunhofer ISI, 2010). Quando o equipamento não se encontra em fase de substituição, os indivíduos podem ter de suportar custos adicionais ao renunciarem a alguns anos da sua vida útil (Croucher, 2011).

As soluções que promovem a eficiência energética são, frequentemente, de grande exigência técnica, faltando profissionais com formação adequada (CE, 2011d). Em períodos de rápidos avanços tecnológicos, estes podem não conseguir acompanhar a evolução (BPIE, 2011). Caso dois profissionais forneçam informações contraditórias, o cliente pode desenvolver ceticismo em relação à tecnologia (BPIE, 2011). Algumas opiniões contrárias à implementação de medidas podem dever-se à falta de casos de estudo reais (Nord & Sjøthun, 2014).

Os indivíduos ou empresas podem desconhecer os seus níveis e padrões de consumo de energia (Schleich, 2009). Nos casos em que estes dados estão disponíveis, podem não ser ao nível de equipamentos de uso final específicos (Schleich & Gruber, 2008). A obtenção de informação precisa e suficiente pode ser complicada e envolver custos elevados (IEA, 2013a).

Entre as deficiências organizacionais, destaca-se a não atribuição de responsabilidades pela gestão da energia (Gruber *et al.*, 2008). Em muitas empresas, esta é vista como um custo fixo, sendo a sua relevância obscurecida por outros problemas (Jollands *et al.*, 2010). Em adição, os empregados podem não se encontrar motivados para poupar energia (Gruber *et al.*, 2008).

Por outro lado, as organizações podem não ter informação sobre oportunidades de poupança específicas (Schleich, 2009). De facto, o mercado nem sempre produz ou transmite informação suficiente para a tomada de decisões de investimento ótimas (Ryan *et al.*, 2011, *fide* IEA, 2013a). Tal pode dever-se ao facto da oportunidade de eficiência ainda não ter sido avaliada ou à falta de visibilidade da medida (IEA, 2012). Em ambos os casos, o indivíduo toma a decisão de investimento com base em informação imperfeita (IEA, 2012).

Para os investimentos em eficiência energética, são, muitas vezes, observadas elevadas taxas de desconto (Schleich, 2009). De facto, podem estar na ordem dos 10% a 20%, em vez dos 4% ideais, e o tempo de retorno aceitável pode ser de meses, em vez de anos (Ecofys & Fraunhofer, 2010). Assim, os custos imediatos são enfatizados e não são seleccionadas as opções mais eficientes (WEC, 2013a).

Os riscos financeiros podem levar as organizações mais vulneráveis a investir menos (Schleich, 2009). Por um lado, os investidores adversos a riscos pedem retornos mais elevados para bens com rendimentos incertos (Schleich & Gruber, 2008). Por outro lado, a eficiência, ao reduzir os custos associados à incerteza dos preços da energia, poderia ser promovida como uma forma de reduzir os riscos (Schleich, 2009). A magnitude destes dois efeitos antagónicos é específica de cada empresa (Schleich, 2009).

As dimensões humanas no consumo de energia são responsáveis, em parte, pelo crescimento da lacuna entre o potencial e os níveis de eficiência reais (IEA, 2014b). As decisões são efetuadas de acordo com regras gerais, hábitos ou normas sociais, particularmente quando são necessários esforços para efetuar escolhas racionais (GCEC, 2015). Quando confrontados com um processo complexo ou inconveniente, os agentes podem não tomar decisões otimizadas, devido a falta de tempo, atenção ou capacidade (Schleich & Gruber, 2008). Em última análise, a decisão de adotar medidas recai no consumidor e pode ser negativa, mesmo que estes estejam informados e a relação custo-eficácia seja atrativa (Sreedharan, 2013).

As barreiras à eficiência energética são persistentes e interligadas, estando profundamente enraizadas no tecido social (Sovacool, 2009). Embora algumas representem custos reais, existem, frequentemente, maneiras de as reduzir através de iniciativas organizacionais ou de intervenções políticas (Sorrel, 2015). As medidas políticas têm custos implícitos, mas estes são muito menores que os benefícios económicos futuros (IEA, 2012).

2.2.4 Promoção

A melhoria da eficiência requer um compromisso político persistente e o envolvimento da população a todas as escalas (WEC, 2013d). Os esforços devem abranger toda a cadeia energética, desde a produção até ao consumo final (CE, 2012e). As intervenções podem estar focadas em barreiras específicas ou atuar de forma transversal na economia, dividindo-se em três categorias (tabela 2.4). As estratégias de eficiência energética devem ter uma perspetiva holística e a longo prazo, que é suplementada por planos de ação concretos (IEA, 2010).

Tabela 2.4 – Medidas políticas de promoção da eficiência energética por tipologia (adaptado de IEA, 2010; WEC, 2013a; ERSE, 2010b).

| Tipo | Medida |
|--|---|
| Mecanismos de controlo e regulatórios | Mecanismos de preço |
| | Rotulagem obrigatória de equipamentos e edifícios |
| | Requisitos mínimos de desempenho energético (MEPS) |
| | Atividades compulsórias para consumidores específicos |
| | Obrigações de investimento em eficiência energética |
| Mecanismos de promoção e de transformação do mercado | Promoção e campanhas de informação para o público |
| | Desenvolvimento e demonstração de tecnologias eficientes |
| | Criação de empresas de serviços energéticos |
| | Programas de formação |
| | Compromissos voluntários |
| Instrumentos económicos (financeiros e fiscais) | Bolsas, subsídios, empréstimos com juros baixos e incentivos fiscais para auditorias e investimentos em eficiência energética |
| | Depreciação acelerada nos setores da indústria, serviços e transportes |
| | Taxas ambientais |

Da perspectiva do mercado, a melhor maneira de estimular o investimento é através da passagem de sinais de preço aos consumidores (WEC, 2013d). Neste sentido, os subsídios para combustíveis fósseis devem ser desviados para o apoio à transição para sistemas energéticos de baixo-carbono (ODI & OCI, 2015). A tributação é a maneira usual dos governos reduzirem as distorções nos preços ao nível do consumidor (WEC, 2010).

Todavia, existe alguma relutância em aumentar o preço da energia, devido às preocupações com a resistência pública e à natureza básica deste bem (WEC, 2013a). Assim, são necessárias políticas adicionais, em primeiro lugar, para criar as condições de mercado apropriadas para os equipamentos eficientes e, em segundo lugar, para guiar a escolha dos consumidores para as soluções mais custo-eficazes (WEC, 2010).

O estabelecimento de normas obrigatórias elimina a responsabilidade de ação por parte dos indivíduos (GCEC, 2015). Estes mecanismos são classificados em rotulagem obrigatória, requisitos mínimos de desempenho e outros regulamentos. Estes últimos incluem requisitos para consumidores intensivos, como auditorias e planos de poupança (WEC, 2013a).

As obrigações de poupança energética forçam os fornecedores de energia a atingirem determinadas metas de redução do consumo (WEC, 2013d). Estas empresas já se encontram em contacto direto com os consumidores e podem fornecer financiamento (IEA, 2013b). No entanto, o ceticismo dos consumidores dificulta a cooperação (Apajalahti *et al.*, 2015).

A melhoria da eficiência requer consumidores informados em todos os segmentos da sociedade, bem como formação específica de alguns *stakeholders* (WEC, 2013a). A informação sobre este tema pode incluir diferentes atividades, tais como campanhas, educação, esquemas de rotulagem, contadores inteligentes, promoção dos melhores produtos, centros informativos e demonstrações (WEC, 2013a). As campanhas públicas tendem a ter mais sucesso quando são organizadas por parceiros locais de confiança (EEA, 2013).

Uma política, entre várias, que procura resolver problemas relacionados com falta de informação é a promoção de auditorias energéticas (Schleich, 2004, *fide* Fleiter *et al.*, 2012a). Em adição, os projetos comunitários de energia podem levar a mudanças comportamentais a longo prazo, pois facilitam a divulgação de práticas eficientes (EEA, 2013). Contudo, quando são necessárias capacidades técnicas para implementar as medidas, a disseminação de informação não é uma ação suficiente (GCEC, 2015).

Os incentivos económicos procuram encorajar o investimento em equipamentos ou processos eficientes ao reduzir o seu custo para o consumidor (WEC, 2013a). Neste âmbito, os incentivos financeiros atuam diretamente e incluem subsídios para auditorias ou investimentos e empréstimos com juros baixos. Por outro lado, os incentivos fiscais atuam indiretamente e incluem reduções ou créditos nos impostos, depreciação acelerada e taxas em equipamentos ineficientes (WEC, 2013a). Embora estes segundos tenham menos custos para o orçamento público, não reduzem o investimento inicial na perspectiva do consumidor (WEC, 2013d).

Devido a tensões na despesa pública, existe um envolvimento crescente do setor privado, através de empresas de serviços energéticos. Estas desenvolvem, instalam e providenciam financiamento para projetos, sendo que a sua remuneração ocorre através das poupanças resultantes (WEC, 2013a). Assim, são parceiros relevantes, agregando economias e dando maior escala aos projetos (Governo de Portugal, 2014a).

A Comissão Europeia (2012) considera que o sistema energético e a sociedade no geral precisam de ser dramaticamente mais eficientes. As políticas devem considerar a natureza e a localização das potenciais poupanças, a cultura energética da comunidade, o papel dos decisores e a estrutura de tarifação (WEC, 2013b). Quando não existe um padrão único, torna-se necessário que as medidas sejam direcionadas para setores específicos (Okajima & Okajima, 2013). Até existir um quadro político abrangente, a eficiência energética não atingirá todo o seu potencial (Sovacool, 2009).

2.3 Energia no comércio e serviços

2.3.1 Âmbito do setor

O setor do comércio e serviços, também referido como setor terciário, inclui todas as atividades relacionadas com comércio, finanças, imobiliário, administração pública, saúde, restauração, alojamento, educação e outros serviços (IEA, 2014b). Estas podem ser praticadas por entidades privadas, públicas ou uma combinação entre as duas. Cada uma das categorias principais pode incluir várias subcategorias, com diferentes características (IEA, 2014c).

Em Portugal, as atividades económicas são separadas de acordo com a Classificação Portuguesa das Atividades Económicas Revisão 3 (CAE Rev.3), que corresponde diretamente ao sistema usado pela UE (INE, 2007). O setor dos serviços inclui as secções G a S da CAE Rev.3 (INE, 2007). Em termos energéticos, retrata os consumos relacionados com os edifícios de serviços públicos e privados, bem com o da iluminação pública (ADENE, 2015).

O principal indicador de atividade do setor dos serviços é o valor acrescentado, sendo que níveis elevados de atividade económica levam ao aumento do número de empregados, edifícios e equipamentos, o que, por sua vez, aumenta a procura de serviços energéticos (IBRD/The World Bank & IEA, 2015). Outras influências no consumo são o clima, a área útil, os tipos de edifícios, suas idades e gestão, a maturidade da economia, os preços da energia, a cultura e o nível de eficiência técnica (IBRD/The World Bank & IEA, 2015; IEAc, 2014).

Em países desenvolvidos, o setor dos serviços constitui uma parte substancial da estrutura económica (IEA, 2014b). De facto, em 2010, o valor acrescentado do setor dos serviços da UE tinha um peso de 74% na economia europeia (CE, 2014g). Entre 1995 e 2013, assistiu-se a uma alteração assinalável da estrutura do VAB em Portugal, destacando-se o aumento do peso dos serviços em detrimento de outras atividades (INE, 2015). Em 2013, este setor representava 75% do VAB do total nacional (INE & Pordata, 2015).

O tecido empresarial português é constituído por uma grande quantidade de microempresas e PME, que se encontram sobretudo orientadas para o mercado interno (Governo de Portugal, 2014a). O peso do setor dos serviços no número total de empresas aumentou de 69% para 74%, entre 2003 e 2013 (Menezes, 2014). Neste último ano, as microempresas constituíam 92% das entidades deste setor, sendo o seu volume de negócios apenas cerca de 20% do total (Menezes, 2014). Entre 2003 e 2013, destaca-se a tendência para a concentração do volume de negócios nas grandes empresas.

Todos os setores de atividade apresentaram taxas de mortalidade de empresas em 2012, superiores às de natalidade observadas no ano seguinte (INE, 2015). Os elevados níveis de endividamento, a insuficiência de capitais próprios, os elevados riscos de insolvência e as restrições ao acesso a crédito constituem entraves ao investimento (Governo de Portugal, 2014a). Em adição, a rentabilidade operacional das PME tem vindo a diminuir, sendo inferior à das empresas de maior dimensão (Governo de Portugal, 2014a).

Desde 2003, o número de pessoas ao serviço do setor terciário apresentou uma taxa de crescimento média anual de 0,4%, atingindo um peso de 66% no total nacional em 2013 (INE & Pordata, 2016). Em particular, cerca de 46% dos trabalhadores portugueses encontravam-se ligados a empresas de serviços com menos de 50 empregados (INE, 2016). A nível europeu, espera-se que o número de trabalhadores nos serviços decresça até 2030 (PwC *et al.*, 2014).

O Ministério da Economia e Emprego (2013) define edifício de comércio e serviços como o edifício, ou parte, licenciado para utilização em atividades de comércio, serviços ou similares. Um grande edifício de comércio e serviços (GES) apresenta uma área interior útil de pavimento igual ou superior a 1 000 m², ou a 500 m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas (Ministério da Economia e Emprego, 2013).

Em Portugal, a área edificada corresponde a cerca de 452 milhões de metros quadrados, dos quais 23% são edifícios não-residenciais (figura 2.5). A nível europeu, a área dos edifícios não residenciais constituía 26% do parque imobiliário total em 2012 (Odyssee-Mure, 2015), esperando-se que este número aumente pelo menos até 2030 (Fraunhofer ISI *et al.*, 2009).

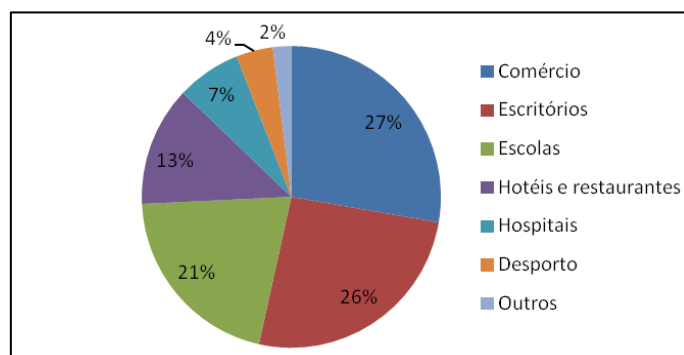


Figura 2.5 – Desagregação dos edifícios não-residenciais portugueses por área (adaptado de DGEG, 2014).

O setor terciário é complexo, com grandes variações no consumo de energia entre países, zonas climáticas e categorias de edifícios (WBCSD, 2009). O tipo de funcionamento e de uso final define a qualidade e quantidade de serviços energéticos necessários (Pérez-Lombard *et al.*, 2008). Assim, a intervenção neste setor, com vista à melhoria do seu desempenho, tem de ser distinta em função da atividade em causa (DGE, 2002).

Entre as principais atividades económicas, os serviços possuem a menor disponibilidade de informação (IBRD/The World Bank & IEA, 2015). A complexidade das atividades e a heterogeneidade dos edifícios, associada à limitada cobertura de dados, colocam desafios significativos ao estudo deste setor (IEAc, 2014). No entanto, os dados detalhados do seu consumo são necessários para priorizar as linhas de ação política (Bertoldi & Atanasiu, 2011).

2.3.2 Caraterização energética do setor

Os serviços são menos intensivos, em termos energéticos, que a indústria e os transportes (WEC, 2013a). Apesar da influência da aquisição de energia na estrutura de custos ser pequena, cerca de 1%, esta é importante para a produtividade (CE, 2008). No âmbito das cidades europeias, os serviços têm uma importância notável tanto a nível económico como ambiental (Oliver-Solà *et al.*, 2013). Como o uso de energia se encontra diretamente relacionado com a atividade económica, e esta irá crescer mais que a população, é esperado um aumento dinâmico neste setor (Ürge-Vorsatz *et al.*, 2015). Neste contexto, Boyano *et al.* (2014) apontam para a importância de investigar o seu uso de energia.

Na UE, entre 1990 e 2013, os serviços apresentaram o maior aumento entre as principais atividades económicas, com uma taxa média anual de 1,5% na energia final (Eurostat, 2015) e 3,0% na eletricidade (EEA, 2014b). Em adição, no período de 2005 a 2013, foram o único setor onde o consumo de energia final aumentou em termos absolutos (Eurostat, 2015). Tipicamente, os países do sul da Europa revelam maiores aumentos no consumo de eletricidade, bem como na ocorrência de picos de verão (Gruber *et al.*, 2008).

No período entre 2005 e 2030, a procura de energia final e de eletricidade do setor dos serviços deverá aumentar a uma taxa média anual de 0,9% e de 1,5%, respetivamente (CE, 2008). Para além do crescimento do setor devido a alterações estruturais da economia, a disseminação de equipamentos de ar condicionado e de tecnologias de informação e comunicação é um fator chave (Gruber *et al.*, 2008).

Em Portugal, a tendência de crescimento do consumo de energia final dos serviços acima da restante economia foi mais acentuada, com uma taxa média anual de 4,8% entre 1990 e 2013 (figura 2.6). No entanto, no período de 2005 a 2013, a propensão inverteu-se, dando-se uma taxa de redução média de 2,6% por ano (Eurostat, 2015). O consumo de eletricidade mais que duplicou entre 1990 e 2013, crescendo mais rápido do que em qualquer outro setor, a uma taxa média anual de 6,2% (DGEG, 2016). O pico da procura desta forma de energia apenas foi atingido em 2010 (DGEG, 2016).

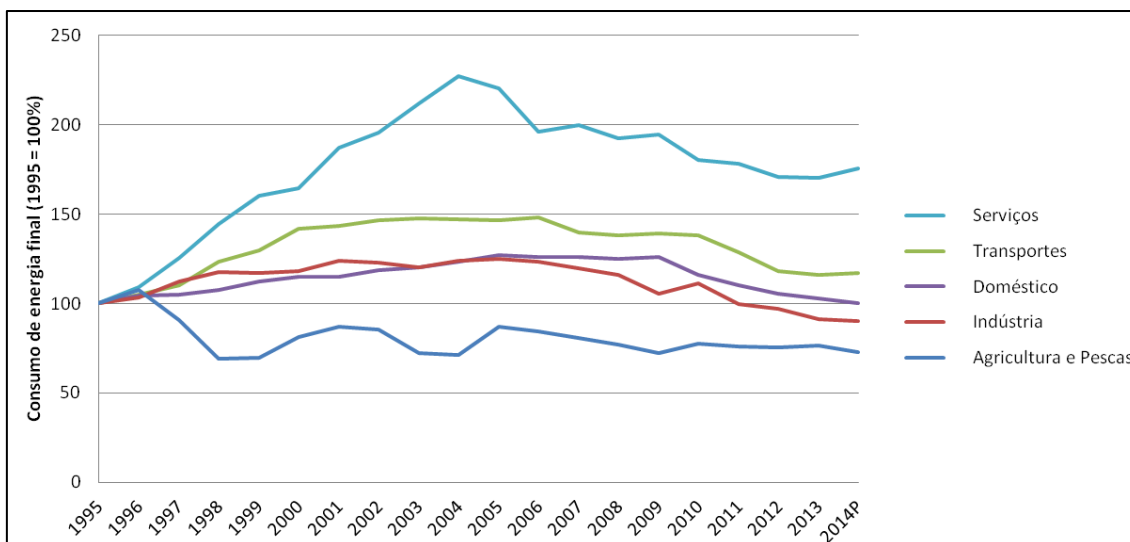


Figura 2.6 – Evolução do consumo de energia final por setor económico em Portugal (1995 = 100%) (adaptado de DGEG, 2016).

Entre 2020 e 2030, o consumo de energia final do setor aumenta, em praticamente todos os cenários, ultrapassando os níveis de 2010 (APA, 2015). Caso ocorra elevado crescimento económico, em 2030, o consumo pode ser 11% superior ao valor de 2010 (APA, 2015). Até 2050, conforme o nível de crescimento económico, o consumo dos serviços diminui até 8% ou aumenta até 28%, face a 2010 (APA, 2012). No panorama da energia final total, os serviços aumentam a sua expressão, em detrimento dos transportes (APA, 2015).

Nas últimas décadas, a eletricidade tornou-se a forma de energia mais importante para os serviços, em detrimento do petróleo e do carvão (IEA, 2014c). Nos serviços europeus, a eletricidade e o gás natural apresentaram pesos de cerca de 47% e 33% no consumo final de 2013, respetivamente (Eurostat, 2015). Em Portugal, a importância da eletricidade para o setor dos serviços é ainda maior (figura 2.7).

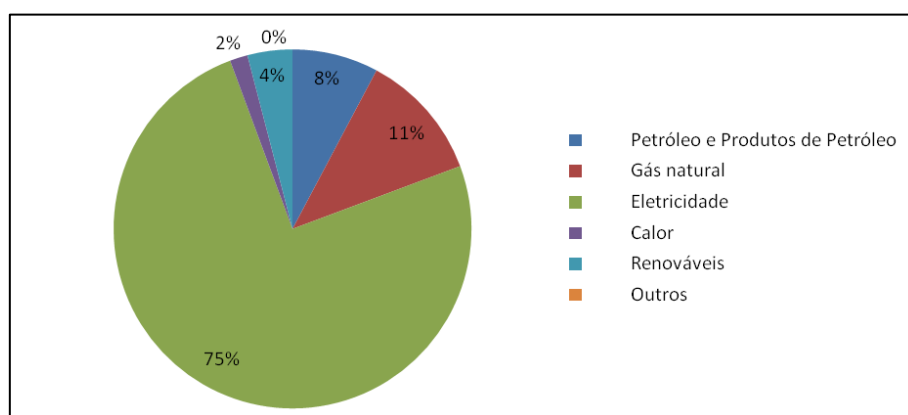


Figura 2.7 – Desagregação do consumo final do setor dos serviços português por fonte de energia (adaptado de DGEG, 2016).

Embora seja tipicamente usado para medir a eficiência nos serviços, o VAB pode ser uma medida de atividade enganadora. Na realidade, as diferentes atividades podem produzir

resultados económicos bastante distintos enquanto usam quantidades de energia semelhantes (IEA, 2014b).

De acordo com a Enerdata (2015a), a intensidade energética dos serviços da UE decresceu a uma taxa média anual de 1,0%, entre 1990 e 2014. Em contraste, em Portugal o mesmo indicador cresceu, em média, 2,6% por ano neste período (Enerdata, 2015b). No entanto, este indicador tem sofrido flutuações anuais significativas desde 2006 (CE, 2015a). Embora seja o setor da economia portuguesa com menor intensidade energética, é o único onde este indicador aumentou em relação aos níveis de 1995 (figura 2.8).

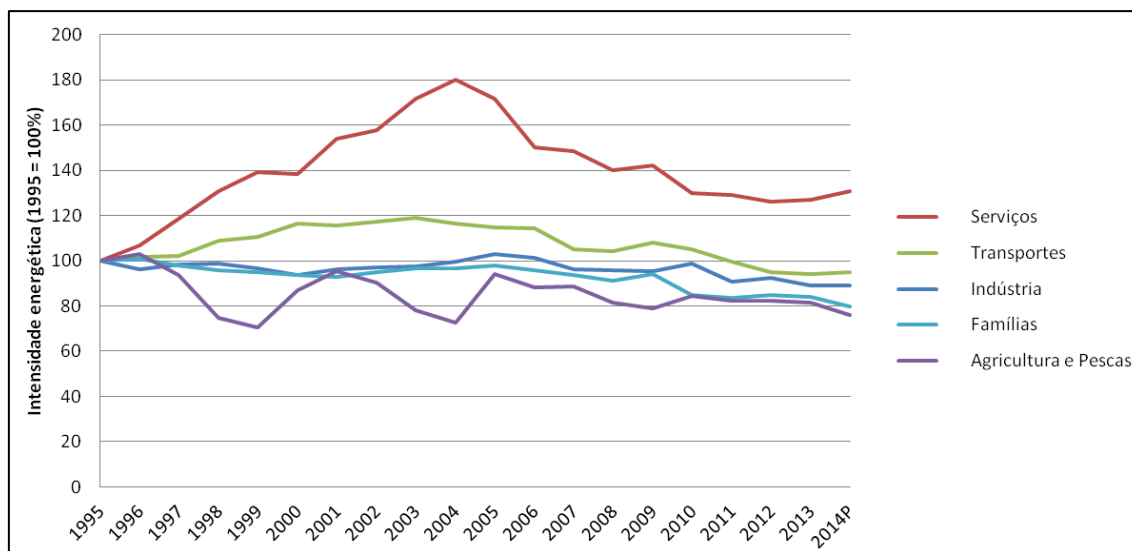


Figura 2.8 – Evolução da intensidade energética final por setor da economia portuguesa (1995 = 100%) (adaptado de DGEG, 2016).

Na UE, o aumento da intensidade elétrica do setor dos serviços foi, em média, 0,5% por ano, entre 1990 e 2014 (Enerdata, 2015a). Neste indicador, Portugal apresenta valores absolutos 22% superiores aos da UE (Enerdata, 2015a, 2015b). A nível nacional, a intensidade elétrica aumentou, em média, 3,0% por ano, entre 1990 e 2014 (Enerdata, 2015b). Apesar da recessão económica, a intensidade elétrica dos serviços está a aumentar (Odyssee-Mure, 2015).

O consumo anual de energia nos serviços encontra-se fortemente relacionado com o número de empregados (EEA, 2012b). As diferentes tendências para a intensidade do setor, quando calculada com base no número de empregados ou no VAB, refletem a maior rapidez na mudança desta segunda variável (EEA, 2012b).

Na UE, o consumo de energia final por trabalhador, em 2013, era semelhante aos níveis de 2000, mas com variações anuais significativas durante esse período. No mesmo ano, a nível nacional, este indicador apresentava valores 47% inferiores aos da UE, (Odyssee, 2016b).

O consumo de combustíveis por empregado, que corresponde principalmente a usos térmicos, diminuiu, em média, 1,6% por ano entre 1990 e 2012, na UE (EEA, 2015b). Historicamente, Portugal apresenta valores bastante inferiores neste indicador, que também se encontra em tendência decrescente (Lapillonne *et al.*, 2014). O consumo de eletricidade por empregado no

setor terciário europeu aumentou a uma taxa média anual de 1,1%, entre 2000 e 2013 (Odyssee, 2016a). Em Portugal, este indicador cresceu em média 1,5% por ano, atingindo o valor de 5,5 MWh/trabalhador (Odyssee, 2016a).

Em países onde existe informação detalhada sobre o parque imobiliário, a área útil pode ser usada como variável de atividade para o desenvolvimento de indicadores (IEA, 2014b). Estes devem ser calculados através dos espaços efetivamente ocupados, cuja proporção varia com as flutuações económicas (IEA, 2014c). Os valores de consumos específicos variam entre países, podendo a diferença ser explicada, em parte, pelo clima (Odyssee-Mure, 2015).

Ao nível da UE, o consumo específico anual para todo o parque imobiliário foi 210 kWh/m²/ano em 2012, com os edifícios não-residenciais a apresentarem o valor de 286 kWh/m²/ano (Odyssee-Mure, 2015). Em Portugal, este indicador para todo o parque imobiliário foi 120 kWh/m²/ano em 2008, sendo o segundo país com menor valor (Entranze/Enerdata, 2013a). No setor dos serviços, o consumo específico foi 237 kWh/m²/ano, sendo o sétimo país com menor valor (Entranze/Enerdata, 2013b). Em Portugal, os edifícios residenciais apresentam uma intensidade cerca de 62% inferior aos de serviços (Entranze/Enerdata, 2013b, 2013c).

A IEA (2014c) agrupa os usos finais de energia dos serviços em cinco categorias principais, nomeadamente aquecimento de espaços, arrefecimento de espaços, aquecimento de águas sanitárias, iluminação e outros equipamentos. Esta última varia bastante conforme a definição proposta pelo autor e o tipo de atividade. Dado que os edifícios que contribuem mais para o consumo do setor são ocupados muitas horas por dia, a climatização e a iluminação dominam os usos finais de energia (D&R International Ltd., 2012).

Gruber *et al.* (2008) separam o consumo de eletricidade dos edifícios do setor terciário europeu de acordo com a figura 2.9. Também de acordo com PwC *et al.* (2014), a iluminação interior e os outros equipamentos são os principais utilizadores de eletricidade, com 27% e 25% do total, respetivamente. Outros usos relevantes são o ar condicionado e ventilação, com 11% do total, o aquecimento de espaços e de água, com 10%, e a refrigeração, com 9% (PwC *et al.*, 2014).

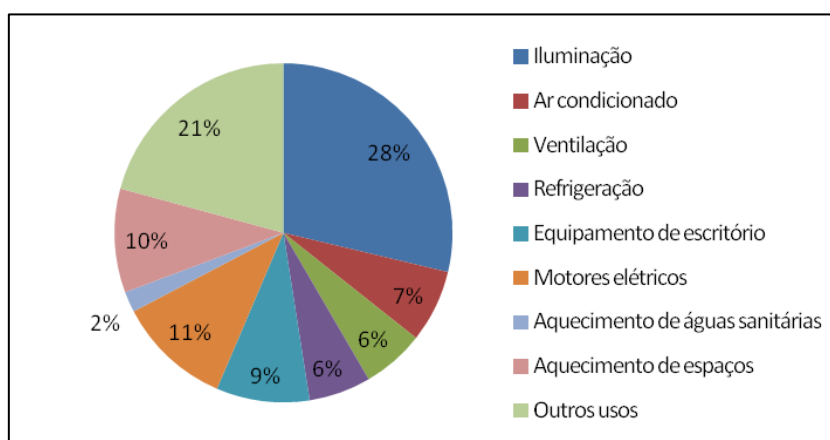


Figura 2.9 – Desagregação do consumo de eletricidade do setor terciário da UE por uso final (adaptado de Gruber *et al.*, 2008).

Os usos térmicos contabilizam uma parte importante, mas variável, do consumo de energia em edifícios (Ürge-Vorsatz *et al.*, 2015). A sua intensidade é influenciada não só pelo clima, mas também pela idade dos edifícios, pela eficiência do seu envelope, pela fonte de energia usada e pela eficiência da tecnologia (IEA, 2014b). O aquecimento é um fator com menor importância no setor dos serviços, face às maiores necessidades de arrefecimento (CE, 2010b). Nos últimos anos, o conforto térmico deixou de ser um luxo, levando à intensificação do consumo de energia em sistemas AVAC (Pérez-Lombard *et al.*, 2008). Em climas quentes, o consumo de energia é alto durante o verão e o inverno e baixo nas estações transitórias (Xu *et al.*, 2013).

Com as alterações climáticas esperadas, as necessidades de arrefecimento vão aumentar, ao mesmo tempo que as de aquecimento diminuem (IEA, 2013c). Os consumidores vão ter gastos energéticos superiores para atingir o mesmo nível de conforto térmico (Zachariadis & Hadjinicolaou, 2014). De acordo com Cartalis *et al.* (2001), *fide* EEA (2008), em climas mediterrâneos, os requisitos de aquecimento diminuirão até 10%, mas os de arrefecimento podem crescer até 28%, em 2030.

Na última década, o equipamento de escritório foi o uso de energia com maior crescimento no mundo empresarial (APPA & America's SBDC, 2003). Dentro desta categoria, os servidores, os centros de processamento de dados, as fotocopiadoras, os computadores e os ecrãs são os maiores consumidores (Rhônalpennergie-Environment, 2012).

A água quente sanitária pode ser usada para necessidades pessoais dos ocupantes dos edifícios de serviços, bem como para atividades específicas de alguns subsectores (IEA, 2014c). Na maioria dos países, a sua produção é dominada por tecnologias ineficientes (IEA, 2015b). As principais fontes incluem o gás natural, a biomassa, a eletricidade e, crescentemente, a energia solar térmica (IEA, 2014c).

Como o consumo de energia difere entre as várias atividades de serviços, para compreender as suas dinâmicas, é necessário reunir informação adicional em cada uma das tipologias individuais (IEA, 2014b). O seu peso relativo dentro do setor vai ter um impacto direto no consumo, intensidade e emissões. Uma análise por categoria fornece informação mais completa e precisa para avaliar a eficiência geral do setor, bem como identificar áreas com potencial de melhoria (IEA, 2014c).

2.3.3 Caracterização de subsectores

Os dados detalhados sobre o consumo de energia por subsector encontram-se disponíveis para apenas alguns países (Odyssee-Mure, 2015). De facto, poucas fontes separam a informação por tipologia, sendo esta dificuldade exacerbada pela inexistência de uma classificação universal de edifícios (Pérez-Lombard *et al.*, 2008).

A maioria do consumo de energia final dos edifícios não-residenciais europeus ocorre no comércio por grosso e a retalho, com 28% do total, e em escritórios, com 26% (BPIE, 2011). O subsector alojamento e restauração, educação e saúde são responsáveis por cerca de 12%,

12% e 10% do consumo total, respetivamente (BPIE, 2011). Nos países UE-28, em 2008, o consumo de eletricidade dos edifícios do setor terciário europeu dividiu-se de acordo com a figura 2.10. As categorias associadas a edifícios de escritórios incluem a transmissão de dados, os escritórios públicos e os espaços financeiros (PwC *et al.*, 2014).

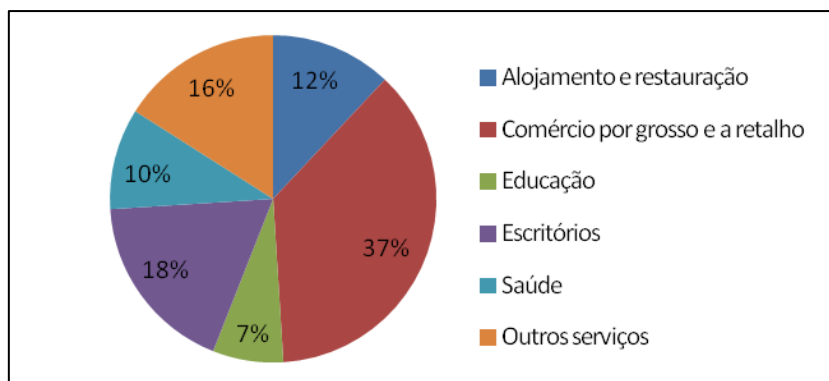


Figura 2.10 – Consumo de eletricidade do setor terciário europeu por categoria de edifícios (adaptado de PwC *et al.*, 2014).

Em Portugal, o consumo de eletricidade do setor dos serviços pode ser desagregado em edifícios do estado, iluminação das vias públicas e não-doméstico (DGEG, 2015e). Em 2014, o setor não-doméstico consumia 26% da eletricidade de Portugal, uma fração semelhante ao doméstico, enquanto os edifícios do estado e a iluminação tinham um peso de 5% e 3%, respetivamente (DGEG, 2015b).

Historicamente, em Portugal, o consumo de eletricidade em baixa tensão, que inclui os consumos de energia elétrica até 1 000 V inclusive (Basílio, M., 2016), era superior ao consumo em alta tensão, que inclui os consumos acima desse valor (DGEG, 2015b). No entanto, em 2014, a alta tensão já representava a maioria do uso de eletricidade, com 50% do total nacional, sendo a restante porção dividida pela baixa tensão, com 48% do total, e pelo autoconsumo, com apenas 2% (DGEG, 2015b).

Entre 2005 e 2014, o consumo não-doméstico aumentou cerca de 16%, sendo que o ano 2014 registou a primeira redução absoluta neste setor (DGEG, 2015b). Em particular, o consumo em alta tensão aumentou quase 43% entre 2005 e 2014, sendo que neste último ano a tendência inverteu-se (DGEG, 2015b). Na baixa tensão o crescimento do consumo neste período foi mais moderado, com variações anuais significativas e um aumento absoluto de apenas 3% (DGEG, 2015b). Ainda assim, neste setor a tendência histórica de maior consumo em baixa tensão mantém-se, representando, em 2014, 56% do total (DGEG, 2015b).

A nível nacional, em 2013, o maior consumo de eletricidade ocorria nos outros edifícios de serviços e, seguidamente, nos escritórios e no comércio (ADENE, 2015). Com um peso bastante mais reduzido no consumo total, mas semelhante entre si, surgia o alojamento e restauração e as administrações (ADENE, 2015). No Concelho de Lisboa, em 2002, os edifícios eram responsáveis pela maior fatia do consumo de energia primária, onde os serviços usavam 65% da energia (Lisboa E-Nova, 2005). Neste exercício de matriz energética, os

outros edifícios de serviços tiveram um peso de 54% no total do setor, devido à diversidade de tipologias incluídas (Lisboa E-Nova, 2005).

De forma geral, o peso de cada categoria de edifícios no consumo de energia do setor é consistente com a área ocupada (McGraw-Hill Construction, 2010). No entanto, existem algumas exceções, pois, tal como na indústria, alguns subsetores são mais intensivos em termos energéticos que outros (figura 2.11 e figura 2.12). Em Portugal, o único estudo detalhado sobre subsetores do comércio e serviços data de 1991. Dada a antiguidade destes dados, são também apresentados valores referentes aos Estados Unidos da América (EUA), para 2003.

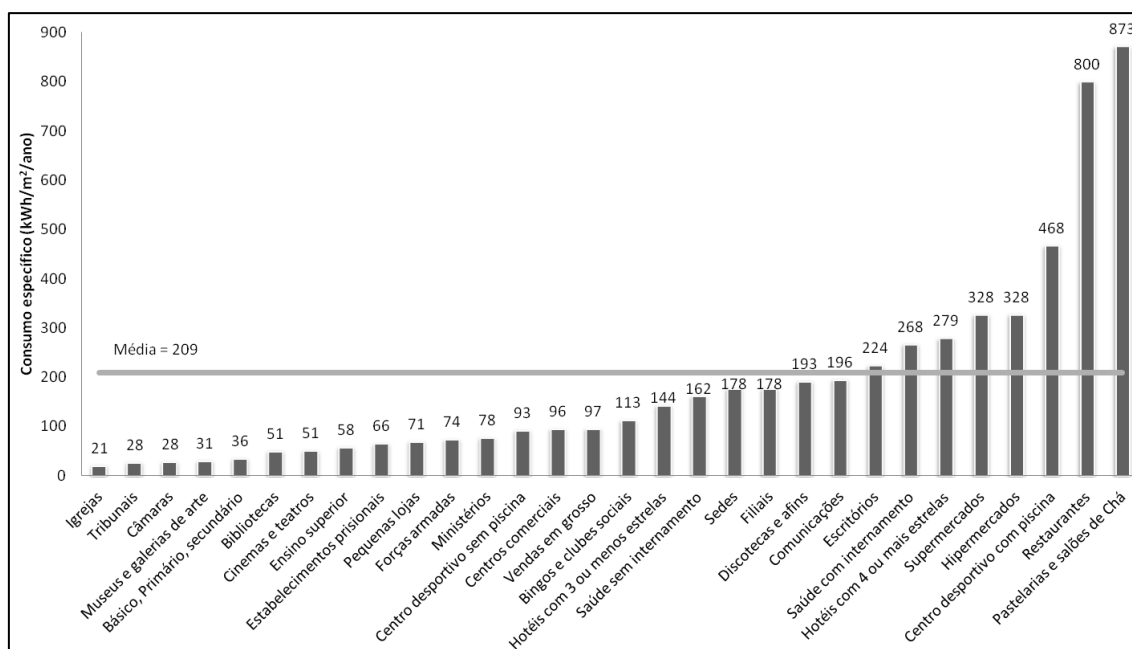


Figura 2.11 – Consumo específico de edifícios de serviços em Portugal no ano de 1991 (adaptado de DGE, 1994).

De forma geral, os restaurantes, o comércio de produtos alimentares e os hospitais apresentam as maiores intensidades energéticas (Next 10, 2010). Os elevados valores apresentados neste indicador devem-se aos usos finais intensivos destes subsectores, como refrigeração e cozinha, e à tendência de ocupação constante durante o ciclo diário e semanal (D&R International Ltd., 2012). Em contraste, os espaços desocupados e os dedicados a atividades religiosas ou a armazenamento apresentavam os menores valores de consumo de energia por área ocupada (WBCSD, 2009).

Entre as várias tipologias de atividades, a importância relativa dos principais usos finais varia consideravelmente (IEA, 2014c). Assim, na figura 2.13 apresenta-se a desagregação por uso final dos edifícios relevantes no âmbito da dissertação, sendo os dados relativos aos EUA e ao ano de 2003.

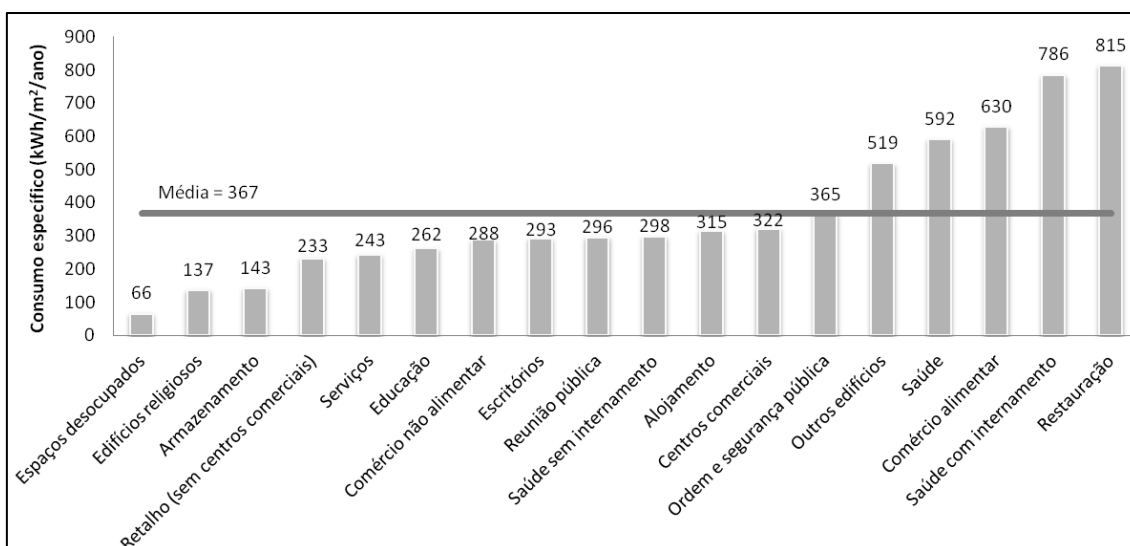


Figura 2.12 – Consumo específico de edifícios de serviços nos EUA no ano 2003 (adaptado de D&R International, 2012).

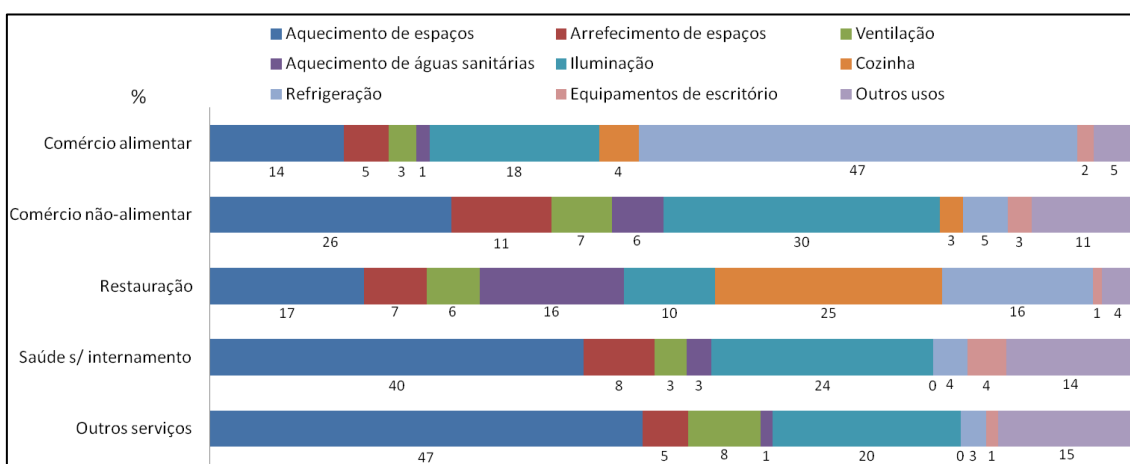


Figura 2.13 – Desagregação do consumo de eletricidade por uso final em alguns edifícios de serviços dos EUA no ano 2003 (adaptado de D&R International, 2012).

O subsetor do comércio por grosso e a retalho é representado pela secção G da CAE Rev. 3, incluindo desde pequenas lojas a centros comerciais e grandes armazéns (INE, 2007). O consumo de energia de cada estabelecimento depende de uma variedade de parâmetros, como as condições climáticas, a área útil, o número de horas de funcionamento, a planta da loja, os produtos vendidos, os níveis de ocupação e o equipamento usado para preparação de alimentos e armazenagem (Mavromatidis *et al.*, 2013). Assim, um dos principais fatores é o rácio entre o número de produtos refrigerados e o número total de produtos (Mavromatidis *et al.*, 2013). A intensidade energética depende do conceito do estabelecimento, sendo maior no comércio alimentar e menor em lojas de rua (WBCSD, 2009).

A despesa em energia pode representar entre 3% a 8% dos custos operacionais de um estabelecimento de comércio a retalho de produtos não-alimentares (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008). Nestes espaços, a iluminação é o maior uso de energia, com um peso de até 50 % do total, e tem uma forte influência nas vendas (Galvez-Martos *et al.*, 2013).

O perfil de consumo de eletricidade é crescente durante a maioria do horário de funcionamento, devido ao aumento das necessidades de climatização (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008).

Nos estabelecimentos de comércio a retalho de produtos alimentares, a despesa em energia pode ter um peso de cerca de 15% nos custos operacionais (Xcel Energy Inc., 2011). A intensidade elétrica anual varia substancialmente, desde 700 kWh/m²/ano, em hipermercados, a mais de 2 000 kWh/m²/ano em lojas de conveniência (Tassou *et al.*, 2011). Este indicador diminui com o aumento da área de vendas, devido à transição do domínio de produtos alimentares para outros tipos de produtos (Tassou *et al.*, 2011).

A refrigeração é responsável pela maior percentagem de consumo elétrico, desde 25 % em hipermercados a mais de 60% em lojas de conveniência (Tassou *et al.*, 2011). Nos estabelecimentos de menor dimensão, a proporção da refrigeração será maior, devido à elevada densidade destes equipamentos no espaço e à ausência de muitos dos serviços auxiliares (Tassou *et al.*, 2011; Galvez-Martos *et al.*, 2013). A evolução do perfil de consumo é semelhante à dos outros estabelecimentos de comércio, mas, neste caso, a potência diária é menos do dobro da noturna (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008).

O subsetor restauração é definido pela divisão 56 da CAE Rev.3, fazendo parte da secção I (INE, 2007). Tipicamente, a despesa em energia tem um peso de 3% a 5% nos custos operacionais de um restaurante (SEDAC, 2011a). O consumo divide-se, por área funcional da cozinha, em 35% para preparação de alimentos, 28% para climatização, 18% em limpeza, 13% em iluminação e 6% em refrigeração (OEE, 2012).

As atividades de saúde humana e de apoio social estão agrupadas na secção Q da CAE Rev.3 (INE, 2007). Para a maioria das instalações de cuidados médicos, a despesa em energia pode constituir entre 1% e 14% dos custos operacionais (Singer *et al.*, 2009). Os cuidados de saúde são prestados em espaços que variam entre hospitais de cuidados intensivos, com condições de construção e funcionamento específicas, e gabinetes médicos que são semelhantes a edifícios de escritórios (Singer *et al.*, 2009). Singer *et al.* (2009) sugerem que as instalações médicas sem internamento apresentam uma maior variação no uso de energia, devido à extensa diversidade de atividades incluídas nesta categoria.

Dentro de cada tipologia de serviços, os consumos podem ser muito variáveis, sendo possível identificar, para funções idênticas, uma grande gama de níveis de eficiência (DGE, 2002). As diferentes categorias e usos finais de energia têm diferentes medidas de atividade ideais, que devem ser usadas para construir indicadores de eficiência energética (IEA, 2014b). O seu cálculo a esta escala requer uma maior quantidade de dados detalhados, fornecendo uma medida mais precisa do desempenho (Taylor *et al.*, 2010). Dado que está previsto um crescimento no setor dos serviços, os países necessitarão de lidar com os seus desafios específicos, através de medidas apropriadas que procurem continuar a tendência de diminuição da intensidade energética verificada na UE (CE, 2015d).

2.4 Eficiência energética no comércio e serviços

2.4.1 Benefícios e potencial

A combinação entre o aumento da procura de energia e a elevada dependência de eletricidade fortalece as motivações económicas para o investimento em medidas de redução do consumo (WSBF & Carbon Connect, 2013). Neste setor, os benefícios incluem o aumento da produtividade, saúde e segurança dos trabalhadores, a redução das despesas operacionais e de manutenção e a proteção face à inflação dos preços da energia (APPA & America's SBDC, 2003; IEA, 2015b). Outros impactos positivos são o aumento do conforto dos clientes, da atratividade dos produtos e do valor da instalação e a melhoria da imagem da empresa (APPA & America's SBDC, 2003; IEA, 2015b).

A redução dos custos operacionais é o principal incentivo para as empresas diminuírem o seu consumo de energia, sendo que, em alguns casos, as expectativas dos clientes também podem influenciar as decisões (Retail Forum, 2009). A oportunidade de implementação de medidas de eficiência sempre existiu e, com o avanço tecnológico, os períodos de retorno associados tornaram-se menores (WSBF, 2013).

Gruber *et al.* (2008) e Bertoldi & Atanasiu (2011) afirmam que existe um grande potencial de poupança de energia inexplorado nos edifícios do setor terciário. As PME, que representam a maioria das empresas da UE (Parlamento Europeu & Conselho, 2012), têm sido destacadas como tendo um grande potencial inexplorado de aumento da eficiência (Backlund & Thollander, 2015).

O potencial de poupança nas novas construções é entre 70% e 75% do consumo atual, com poucos custos adicionais para os proprietários (GI ZRMK, 2012). Nos edifícios existentes, o consumo de energia pode ser reduzido em metade ou em até três-quartos usando soluções e técnicas comprovadas (CE, 2011d). Devido às baixas taxas de novas construções, o maior potencial de poupança encontra-se na renovação dos edifícios existentes (IEA, 2012).

Na Alemanha, Itália e Holanda, Gruber *et al.* (2008) encontraram um potencial de poupança alcançável de cerca de 20% do consumo de eletricidade atual, sem incluir medidas de melhoria do isolamento dos edifícios, com poucas diferenças entre subsectores (tabela 2.5). Em termos de usos finais, a iluminação é responsável por 38% da poupança total, os equipamentos de escritório por 27%, a refrigeração por 24%, o ar condicionado por 22%, o aquecimento de águas sanitárias e de espaços por 14% e os motores elétricos por 7% (Gruber *et al.*, 2008). Ainda na mesma tabela, apresentam-se os potenciais de poupança de eletricidade económicos, até 2030, calculados por PwC *et al.* (2014) para várias atividades de serviços.

Para efeitos comparativos, no setor doméstico português o potencial de poupança económico foi estimado em 23%, com investimento de 1 623 €/habitação, sendo que atualmente são consumidos 28 GJ/habitação/ano (Grilo, 2012). Se foram adicionadas as medidas não-económicas, o potencial de poupança ascende a 45% do consumo atual (Grilo, 2012).

Tabela 2.5 – Compilação dos potenciais de poupança de eletricidade para várias tipologias de edifícios de serviços num conjunto de países europeus e na UE.

| Autor | Localização geográfica | Tipo de atividades do setor dos serviços | Poupança energética (%) |
|-----------------------------|----------------------------|--|-------------------------|
| Gruber <i>et al.</i> (2008) | Alemanha, Itália e Holanda | Total | 21 - 24 |
| | | Educação | 17 - 29 |
| | | Financeiro | 23 - 31 |
| | | Alojamento e restauração | 20 |
| | | Comércio por grosso e a retalho | 21 - 27 |
| | | Saúde e apoio social | 20 - 21 |
| PwC <i>et al.</i> (2014) | União Europeia | Total | 31 |
| | | Educação | 31 |
| | | Financeiro | 35 |
| | | Alojamento e restauração | 29 |
| | | Comércio por grosso e a retalho | 32 |
| | | Saúde e apoio social | 27 |
| | | Outros serviços | 30 |

Em termos de usos finais, as maiores economias estão disponíveis na iluminação e ar condicionado (IEA, 2014b). Murakami *et al.* (2009) afirmam que é possível reduzir o consumo de empresas em 38% através de mudanças comportamentais. As medidas de operação e manutenção resultam em poupanças custo-eficazes de 9% a 24% do consumo atual (National Action Plan for Energy Efficiency, 2009). Na figura 2.14, descreve-se o potencial de poupança económico, associado aos vários usos finais de energia do setor terciário europeu.

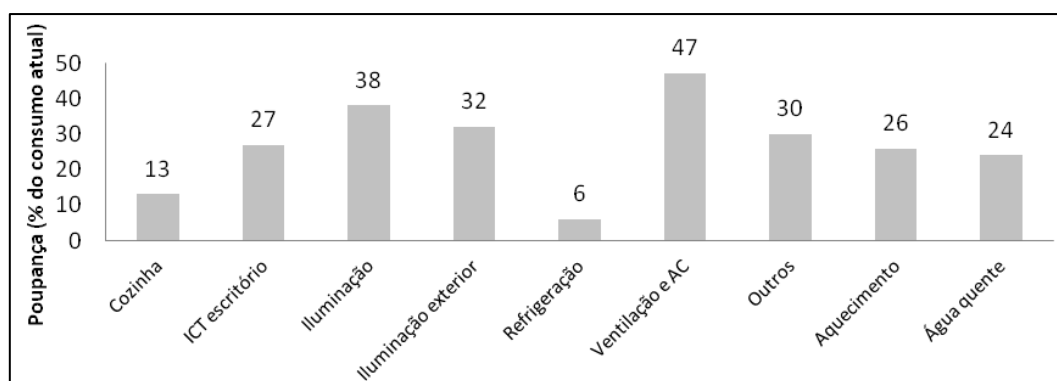


Figura 2.14 – Potencial de poupança dos usos finais de energia do setor dos serviços europeu (adaptado de PwC *et al.*, 2014).

A todas as escalas, existe um imperativo para melhorar a eficiência de edifícios não-domésticos (Hong *et al.*, 2013). Os níveis atuais de adoção variam com a dimensão da organização, sendo que as grandes empresas parecem liderar o caminho (WSBF & Carbon Connect, 2013). Por outro lado, as microempresas exibem uma considerável variação na sua consciencialização para os custos energéticos. Os escritórios são o tipo de edifício onde são implementados mais projetos de eficiência (WSBF & Carbon Connect, 2013).

2.4.2 Barreiras e promoção

As oportunidades de eficiência variam entre setores económicos, tipos de edifícios e dimensão das empresas, refletindo uma variedade de motivações para o uso mais sensato da energia (Wang & Brown, 2014). Tendo em conta a tecnologia disponível, as poupanças são condicionadas por decisões microeconómicas, com o objetivo de minimizar os custos e maximizar os benefícios (CE, 2014g). No entanto, as empresas não estão a reconhecer totalmente o valor estratégico do investimento em eficiência (WSBF & Carbon Connect, 2013).

As indústrias com consumos intensivos de energia tendem a estar bem informadas sobre o potencial poupança de energia resultante de investimentos em eficiência (Schleich & Gruber, 2008). Em contraste, no setor dos serviços e comércio, o peso da energia nos custos totais é usualmente baixo (Schleich & Gruber, 2008), sendo que Schmid *et al.* (2003), *fide* Schleich (2009), afirmam que é usualmente inferior a 3 %. A magnitude deste valor significa que os investimentos em eficiência não afetam os processos centrais das empresas e, desta forma, não são considerados estratégicos (Schleich, 2009).

No setor terciário, a dimensão da organização influencia positivamente a adoção de medidas de eficiência (Schleich, 2009, *fide* Schlomann & Schleich, 2015). As empresas maiores podem funcionar como economias de escala, têm mais recursos e a probabilidade de sofrerem de falta de informação e de outros custos de transação é mais baixa (Schlomann & Schleich, 2015). Em adição, apenas estas conseguem fazer uma descrição detalhada dos seus indicadores energéticos e implementar sistemas de gestão (Proskuryakova & Kovalev, 2015).

Nos serviços, Schleich & Gruber (2008) sugerem que as principais barreiras são, em ordem decrescente, os conflitos entre investidores e utilizadores, o desconhecimento sobre os padrões de consumo de energia e a falta de informação sobre medidas. Em particular, prevalecem muitas barreiras nas PME, que tendem a atribuir baixa prioridade à eficiência e não alocam recursos específicos para a gestão da energia (Fleiter *et al.*, 2012a). Assim, espera-se que os obstáculos relacionados com informação, falta de tempo e custos escondidos sejam mais incapacitantes (Fleiter *et al.*, 2012b). Estas despesas são constantes, sendo mais proibitivas em pequenas empresas (Ostertag, 2003, *fide* Gruber *et al.*, 2008).

Os elevados riscos financeiros associados às PME e a reduzida dimensão dos projetos dificultam a superação das barreiras financeiras (Fleiter *et al.*, 2012b). Como o preço do capital reflete o risco, as PME, muitas vezes, têm de pagar taxas de juro acima da média (Schleich & Gruber, 2008). Dado que as grandes organizações podem diversificar os seus investimentos e que a aversão ao risco diminui com a riqueza, Schleich & Gruber (2008) consideram que as pequenas empresas são mais adversas e exigem maiores retornos. Para empresas comerciais, uma taxa de desconto apropriada seria entre 10% e 12%, mas, na realidade, pode ser superior a 20% (Sreedharan, 2013). Assim, as PME normalmente não consideram investimentos com períodos de retorno superiores a cinco anos, preferindo não intervir se estes forem superiores a três anos (WSBF & Carbon Connect, 2013).

Mesmo quando existem esquemas de apoio à melhoria da eficiência, o seu nível de aproveitamento é geralmente baixo (WSBF & Carbon Connect, 2013). Os incentivos financeiros nem sempre são adequados às necessidades de pequenas empresas e os benefícios fiscais requerem que a empresa tenha recursos para o investimento inicial (Retail Forum, 2009).

Na perspetiva do setor comercial, onde a maioria das atividades ocorrem em espaços arrendados, o problema da divergência de incentivos é particularmente importante (IEA, 2014b). Quando a organização é proprietária do edifício tem maior propensão para implementar medidas de eficiência (Schleich & Gruber, 2008). No entanto, as empresas estão cada vez mais relutantes em comprar o seu espaço e os contratos de arrendamento são curtos, com a média a situar-se nos 4 anos para as PME (WSBF & Carbon Connect, 2013).

A melhoria da eficiência energética pode ser um projeto consumidor de tempo e recursos para os proprietários e pode perturbar severamente as atividades do arrendatário. Assim, muitas vezes, o período em que o espaço se encontra desocupado é escolhido para efetuar intervenções profundas (WSBF & Carbon Connect, 2013). Se o proprietário proceder a melhorias da eficiência energética, tal pode facilitar a renovação do contrato de arrendamento, reduzir os períodos sem ocupantes e afetar o nível de renda alcançado (IPF, 2012).

Ao nível das empresas, é necessária uma abordagem holística para implementar medidas de eficiência (Retail Forum, 2009). Assim, mesmo quando os seus benefícios são reconhecidos, muitas não possuem as competências para intervir. Este é o caso dos pequenos negócios, que não têm capital para contratar empregados com capacidades para propor soluções adequadas (WSBF & Carbon Connect, 2013).

As pequenas empresas tendem a subestimar o seu potencial custo-eficaz de melhoria da eficiência, a acreditar que as despesas não são controláveis ou que o seu espaço já é eficiente (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008). De facto, Stephenson *et al.* (2010) foram surpreendidos pela sua falta de disposição para considerar alterações nos comportamentos energéticos. Em alguns casos, a eficiência pode não se encontrar alinhada com os objetivos estratégicos gerais da organização (WSBF & Carbon Connect, 2013).

Em alguns setores, é atribuída primazia ao conforto e experiência disponibilizados aos clientes, o que por vezes ocorre em detrimento da redução do consumo (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008). No comércio a retalho, a iluminação é considerada um fator que afeta a atratividade dos produtos e existe tendência para a usar em excesso (WBCSD, 2009).

O fracasso no investimento em eficiência energética coloca em risco a rentabilidade do negócio, sendo que mais deve ser feito para apoiar tanto pequenas como grandes empresas (WSBF & Carbon Connect, 2013). A escala local é, certamente, a mais adequada para melhorar a eficiência energética a longo prazo em edifícios (CE, 2010b).

Os governos devem implementar um conjunto de políticas para aumentar a eficiência energética dos edifícios existentes (IEA, 2011). Neste conjunto, destacam-se a realização de

auditorias, a certificação de edifícios, os incentivos ao investimento, o encorajamento da penetração no mercado de novos produtos eficientes e a disseminação da informação sobre opções de financiamento (IEA, 2011). A Comissão Europeia (2012e) considera que deve ser colocado um ênfase especial nas PME, através de mecanismos de apoio específicos.

Também a promoção de contratos de serviços energéticos, através das empresas de energia, pode ajudar a superar as barreiras financeiras (Fleiter *et al.*, 2012b). Todavia, na prática, estas mostram-se relutantes em fazer negócios com o setor comercial (Schleich & Gruber, 2008). A falta de conhecimento, por parte dos clientes, e de capacidade para provar a qualidade dos seus serviços, por parte dos fornecedores, criou uma atmosfera de desconfiança entre as duas partes (WSBF & Carbon Connect, 2013).

Os certificados energéticos documentam as características chave sobre o desempenho energético dos edifícios e devem estar acessíveis aos clientes e arrendatários (Schleich & Gruber, 2008). Apesar da existência de políticas obrigando à sua emissão, o cumprimento tem sido fraco no âmbito do Reino Unido (WSBF & Carbon Connect, 2013).

Em princípio, as auditorias podem ajudar a superar algumas barreiras à eficiência em PME, no entanto, estas não têm disponível pessoal qualificado e os consultores externos são considerados demasiado caros. Assim, a existência de programas de auditorias a baixo-custo pode ser um instrumento político eficaz (Schleich & Gruber, 2008).

2.4.3 Auditorias energéticas

Uma auditoria energética é um procedimento sistemático que visa obter conhecimento adequado sobre as características de consumo energético de um edifício, de uma atividade ou de uma instalação (Parlamento Europeu & Conselho, 2012). Os seus objetivos principais são a caracterização dos diferentes equipamentos e sistemas existentes e a identificação de medidas com viabilidade técnico-económica para aumentar a eficiência ou reduzir a fatura (DGEG, 2008). As auditorias são uma ferramenta essencial para obter poupanças energéticas, permitindo a priorização das medidas de eficiência (CE, 2013). Neste contexto, devem focar-se tanto em soluções técnicas como na otimização da operação e manutenção (CE, 2013).

Tipicamente, são definidos três tipos de auditorias, conforme o grau de detalhe aplicado (Coakley *et al.*, 2014). O primeiro, denominado auditoria *walkthrough*, apenas inclui uma visita e inspeção visual dos sistemas consumidores de energia. A auditoria padrão apresenta um nível de detalhe intermédio, com a quantificação dos usos finais ao nível dos equipamentos e a análise económica de medidas de redução do consumo. Por fim, a auditoria com nível de investimento inclui uma avaliação ainda mais detalhada do uso de energia, com a utilização de modelos de simulação (Coakley *et al.*, 2014).

Uma auditoria energética é um tipo de serviço energético indireto, que não melhora a eficiência mas é um passo importante nessa direção (Backlund & Thollander, 2015). Assim, a implementação das medidas propostas é um ponto crucial (WEC, 2010), levando a economias

de 5% a 20% do consumo de referência (EEA, 2013). A produção de informação adaptada a contextos específicos leva a resultados positivos e as pessoas comprometem-se com o processo, podendo auxiliar a alterar as suas atitudes face ao consumo de energia (EEA, 2013).

A descrição dos edifícios começa com a recolha de informação geral e com a descrição de todos os sistemas técnicos (Gruber *et al.*, 2008). As variáveis a monitorizar incluem as fontes de energia, os processos de uso final e outros fatores que influenciem o consumo (Galvez-Martos *et al.*, 2013). Os indicadores mais comuns referem-se ao consumo específico total e por uso final, calculado através da área (Galvez-Martos *et al.*, 2013). A variação entre edifícios do mesmo tipo revela o potencial de melhoria do seu desempenho energético (Xu *et al.*, 2013).

A qualidade dos dados depende do procedimento, ou combinação de procedimentos, usado para a sua obtenção. Os dados recolhidos com o auxílio de medições são considerados de boa qualidade, sendo, no entanto, uma forma cara, tecnicamente desafiante e consumidora de tempo de avaliar o desempenho de edifícios (Gruber *et al.*, 2008). Quando os dados são calculados, a qualidade dos dados é inferior, pois podem existir falhas no método usado. O uso de estimativas e, por fim, de questionários apresentam a menor qualidade (Gruber *et al.*, 2008). As diferenças entre o uso de energia real e estimado podem ser induzidas pelos métodos usados, dependendo também do conhecimento dos auditores (Nord & Sjøthun, 2014). A qualidade da auditoria afeta a taxa de adoção das medidas de eficiência (Fleiter *et al.*, 2012b).

Gruber *et al.* (2008) afirmam que as auditorias são, usualmente, efetuadas com prazos temporais curtos e com pouca informação. Ao mesmo tempo, os espaços do setor terciário são complexos, sendo difícil obter uma estimativa precisa do desempenho através de auditorias rápidas. O tipo de medidas propostas pode ser influenciado pelas qualificações do auditor, sendo que as transversais são as mais frequentes (Fleiter *et al.*, 2012a).

Stephenson *et al.* (2010) consideram que os auditores fazem parte do sistema sociotécnico e, como tal, podem influenciar o comportamento dos participantes. Esta situação deve-se ao facto das perguntas efetuadas levarem os entrevistados a analisar em detalhe os seus hábitos, podendo alterá-los posteriormente (Stephenson *et al.*, 2010). Em alguns casos, é possível que os entrevistados respondam de forma a justificar a sua falta de ação (Schleich & Gruber, 2008).

Quando se interpreta resultados obtidos após a realização de uma auditoria, deve ser considerado que esta pode ter reduzido ou eliminado algumas barreiras, como a falta de informação ou de capacidades técnicas (Schleich, 2004, *fide* Fleiter *et al.*, 2012b). No entanto, não contribuem significativamente para superar barreiras relacionadas com o risco de interrupção da produção e de perdas de qualidade (Fleiter *et al.*, 2012a). Como apresentam custos iniciais, as auditorias energéticas não têm a procura desejada (Croucher, 2011).

As principais razões que levam à rejeição de medidas recomendadas em auditorias são os elevados custos de investimento e a sua baixa prioridade. Apesar de os auditores apenas recomendarem ações custo-eficazes, as empresas podem considerar que estas não são viáveis e não aceitam períodos de retorno longos (Fleiter *et al.*, 2012a).

2.4.4 Medidas de eficiência

A melhoria da eficiência reflete o resultado de ações que procuram reduzir a quantidade de energia usada para um dado nível de serviços (WEC, 2010). As medidas específicas atuam na substituição ou renovação de sistemas e equipamentos, na gestão e operação dos sistemas e no comportamento dos indivíduos (Haydt *et al.*, 2014). Os projetos com períodos de retorno inferiores a 1,5 anos devem ser implementados imediatamente, sendo que um retorno inferior a quatro anos é um bom investimento (APPA & America's SBDC, 2003).

A escolha cuidadosa do fornecedor, a otimização da potência contratada e a compensação da energia reativa são formas de diminuir as despesas, sem aumentar diretamente o nível de eficiência (ITG, 2013). Em Portugal, penaliza-se o consumo de energia reativa para os consumidores com tensão igual ou superior a BTE (ITG, 2013).

Os sistemas de gestão de energia permitem, com maior ou menor grau de sofisticação, monitorizar e controlar de forma automática os vários equipamentos do edifício (BCSD Portugal & ISR Universidade de Coimbra, 2005). De forma geral, aumentam a eficiência em pelo menos 5 %, independentemente da dimensão, tecnologia ou processo (WEC, 2013b). Embora não tenha sido avaliada no âmbito do estudo, a instalação de unidades de produção para autoconsumo pode reduzir o consumo de eletricidade proveniente da rede em 40%, sendo mais viável nas empresas com consumos em BTE ou superiores (Maleitas, 2015).

Na tabela 2.6, apresentam-se as medidas de eficiência energética selecionadas para cada uso final de eletricidade, com base na literatura científica e cinzenta analisada. Embora existam outras adequadas ao âmbito do setor dos serviços, estas parecem ser as mais comuns e relevantes.

Tabela 2.6 – Seleção de medidas de eficiência energética para o setor dos serviços por uso final de eletricidade.

| Uso final alvo | Descrição da medida |
|---------------------------------|---|
| Iluminação | Substituição por lâmpadas mais eficientes |
| | Instalação de detetores de presença |
| | Instalação de detetores de luz |
| Cozinha e escritório | Eliminação dos consumos em stand-by e fantasma |
| Refrigeração | Substituição por equipamentos mais eficientes |
| | Manutenção apropriada |
| | Instalação de portas de vidro em equipamentos abertos |
| Higiene e limpeza | Substituição por equipamentos mais eficientes |
| Aquecimento de águas sanitárias | Instalação de sistemas solares térmicos |
| | Desativação do equipamento quando não é necessário |
| Climatização | Substituição por unidades mais eficientes |
| | Boas práticas na operação |
| | Reabilitação da vertente construtiva |

Iluminação

A iluminação fornece um potencial de poupança grande que pode ser explorado através de intervenções de baixo custo (Schlommann & Schleich, 2015). As principais medidas incluem o desenho do sistema de acordo com as necessidades do espaço, a seleção de tecnologias eficientes, a utilização de balastros eletrónicos, a instalação de sistemas de regulação e controlo e a execução de programas de manutenção (ITG, 2013). O uso de sistemas eficientes pode reduzir o consumo de energia em iluminação até 75% (O.Ö. Energiesparverband, 2012), com uma diminuição de 10% a 20% das necessidades de arrefecimento (Energy Star, 2008).

A tecnologia LED oferece muitas vantagens em comparação com as fontes de iluminação convencionais, incluindo menor consumo de energia, vida útil mais longa, maior robustez, menor dimensão e arranque mais rápido (O.Ö. Energiesparverband, 2012). Atualmente, o seu preço pode ser um obstáculo, mas a tecnologia está a evoluir rapidamente (McGraw-Hill Construction, 2010). A tecnologia LED, provavelmente, tornar-se-á a alternativa a todas as aplicações de iluminação no futuro próximo (O.Ö. Energiesparverband, 2012).

Os sistemas de regulação e controlo apagam, acendem e regulam a luz segundo interruptores, detetores de movimento e presença, células fotossensíveis ou calendários e horários preestabelecidos (ITG, 2013). O uso de luz natural tem o potencial de reduzir as necessidades de iluminação artificial até 25% (Tassou *et al.*, 2011) e torna o ambiente de trabalho mais agradável (Next10, 2010). Os sensores de movimento permitem poupanças entre 20% e 75%, dependendo do tipo de divisão (APPA & America's SBDC, 2003).

Cozinha

O uso otimizado do equipamento de cozinha pode levar a poupanças de 7% no seu consumo de energia (SEDAC, 2011a). Em particular, alterações comportamentais, como a desativação de aparelhos durante períodos com poucos clientes e o uso dos equipamentos à capacidade total, podem levar a economias significativas (SEDAC, 2011a; Energy Star, 2008). Este último procedimento também deve ser usado para as máquinas de lavar, que consomem a mesma energia independentemente da carga (OEE, 2012).

Refrigeração

Na refrigeração, podem ser conseguidas poupanças até 20% com medidas de baixo custo, que incluem verificar a temperatura, garantir que as portas estão fechadas e desenvolver um calendário de manutenção (Gruber *et al.*, 2008). De facto, a falta de manutenção dos equipamentos pode aumentar o seu uso de energia até 10% (Npower Limited, 2013), sendo que a limpeza do gelo do evaporador deve ser uma prioridade (Energy Star, 2008). O número de unidades deve ser cuidadosamente examinado e estas devem ser colocadas longe de fontes de calor e com espaço suficiente para ventilação (Gruber *et al.*, 2008).

O uso de cortinas noturnas em equipamentos de refrigeração abertos pode gerar poupanças de até 20% no consumo de energia (Tassou *et al.*, 2011). Com um potencial superior, a instalação de tampas de vidro pode fornecer economias que variam entre 20% e 50%, dependendo da frequência de abertura, do reabastecimento dos produtos e da ocupação da loja (Galvez-Martos *et al.*, 2013; Fraunhofer ISI *et al.*, 2009). No entanto, esta medida toca um assunto sensível em termos de vendas, devido à barreira colocada entre o cliente e o produto (Galvez-Martos *et al.*, 2013). Após um período de adaptação, os retalhistas afirmam que as vendas voltam ao normal, sendo que os custos de instalação variam entre 300 e 600 euros e o retorno ocorre em 1,4 a 1,6 anos (Galvez-Martos *et al.*, 2013; Evans, 2014). Um benefício adicional da medida é o aumento do tempo de vida dos produtos (Evans, 2014).

Com a cobertura dos equipamentos de refrigeração, aumentam as necessidades de arrefecimento no verão e diminuem as necessidades de aquecimento no inverno (Evans, 2014). Assim, é essencial ter uma abordagem integrada, no que diz respeito aos sistemas de refrigeração e de AVAC, para atingir o seu desempenho ótimo (Galvez-Martos *et al.*, 2013).

Durante o processo de renovação, podem ser adicionadas mais opções de eficiência, incluindo a instalação de iluminação LED (Evans, 2014). Comparativamente às lâmpadas fluorescentes tubulares, as LED fornecem maiores níveis de uniformização da luz, apresentam vida útil mais longa e podem produzir poupanças até 66% (Tassou *et al.*, 2011). Outras medidas de eficiência na refrigeração podem incluir a recuperação do calor e seu uso noutros processos e a introdução de refrigerantes naturais (Xcel Energy Inc., 2011; Galvez-Martos *et al.*, 2013).

Escritório, audiovisual e comunicação

À escala nacional, o potencial de poupança em equipamentos de escritório aproxima-se dos 25%, sendo que ganhos até 50% são exequíveis a nível individual (Rhônalpenergie-Environment, 2012). As medidas de redução do consumo em equipamento de escritório incluem a compra de computadores eficientes, a redução do tempo em stand-by e a eliminação da potência fantasma (Fleiter *et al.*, 2012a; DBCCA & The Rockefeller Foundation, 2012).

A tendência em escritórios parece favorecer a troca de computadores fixos por portáteis, sendo que esta substituição pode promover poupanças energéticas superiores a 50% e até 80% (Bertoldi & Atanasiu, 2011; Rhônalpenergie-Environment, 2012). Alguns aparelhos continuam a consumir quando colocados em modo stand-by e mesmo quando desligados, devendo ser removidos da tomada ou conectados a blocos de tomadas com interruptor (Rhônalpenergie-Environment, 2012). Assim, destaca-se o papel do responsável por desenvolver um procedimento de desativação de todos os equipamentos (Backlund & Thollander, 2015).

Aquecimento de águas sanitárias

As medidas de redução do consumo de energia no aquecimento de águas sanitárias incluem o uso de fontes renováveis, o isolamento dos componentes e a poupança de água (Fleiter *et al.*, 2012a). O aproveitamento de energia renovável em edifícios é, por vezes, considerado uma

melhoria da eficiência, pois permite fornecer o mesmo serviço e reduzir o consumo derivado das redes de distribuição (Pérez-Lombard *et al.*, 2013).

Um sistema de água quente solar é um conjunto de equipamentos que permite utilizar a radiação solar para aquecimento de água. A captação é feita através de painéis, podendo ser efetuada tanto em prédios multifamiliares como em unifamiliares. O sistema de termossifão funciona de forma autónoma, sendo a sua instalação e manutenção mais simples e o investimento mais baixo, em comparação com os de circulação forçada (IA, 2011).

O painel deve estar exposto a sul e o ângulo do coletor deve corresponder à latitude do local (IA, 2011). Um sistema solar permite ter água entre 50°C e 90°C, potenciando uma poupança média na ordem dos 70% e até 80% do consumo de energia convencional (IA, 2011; BCSD Portugal & ISR Universidade de Coimbra, 2005). Um sistema solar custa entre 2 000 e 3 000 euros, sendo que o período de retorno varia entre 6 e 10 anos (IA, 2011).

Nas aplicações de calor, os termostatos devem estar regulados apenas para a temperatura necessária (Npower Limited, 2013). Os equipamentos de aquecimento de águas sanitárias podem ser desligados quando não estão em uso (APPA & America's SBDC, 2003).

Climatização

A melhoria da operação dos equipamentos de climatização e a sua correta manutenção podem fornecer poupanças substanciais com poucos ou nenhuns custos (Next10, 2010). Quando existem unidades de ar condicionado no edifício, são quase sempre encontradas oportunidades de poupança (Gruber *et al.*, 2008), sendo que a aplicação universal das melhores práticas tem o potencial para reduzir o consumo até 80% (Hitchin *et al.*, 2015).

No ar condicionado, as poupanças são possíveis em três áreas, nomeadamente aumento da eficiência do sistema, redução das necessidades de arrefecimento e melhoria da operação (Hitchin *et al.*, 2015). A boa operação dos equipamentos leva a poupanças médias de 10%, enquanto a substituição por novos permite poupanças de 30% (Gruber *et al.*, 2008). Caso o responsável por um edifício esteja a planear substituir o sistema AVAC, deve começar por melhorar as práticas e intervir na iluminação (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008).

A medida mais simples é o aumento ou redução da temperatura regulada para o ar interior durante as estações de arrefecimento ou aquecimento, respetivamente (Boyano *et al.*, 2013). Em adição, as áreas climatizadas devem ser mantidas separadas dos espaços exteriores, podendo ser instaladas portas automáticas (Npower Limited, 2013). Assim, os comportamentos dos consumidores têm efeitos na eficiência da climatização, devendo ser encorajado o seu envolvimento (Gruber *et al.*, 2008). A manutenção periódica foca-se, entre outros procedimentos, na limpeza do evaporador e na substituição dos filtros (Energy Star, 2008).

As necessidades de arrefecimento podem ser diminuídas através da redução dos ganhos solares, do aumento da ventilação, da melhoria da eficiência de equipamentos, da instalação de superfícies refletoras e da adição de isolamento (Hitchin *et al.*, 2015). Entre estas medidas,

40

o uso de ventilação natural reduz as necessidades entre 25% e 43% e a melhoria da eficiência dos equipamentos de escritório em 14% (Hitchin *et al.*, 2015). Embora estas intervenções resultem em poupanças na estação de arrefecimento, a eliminação de cargas térmicas pode levar a um maior consumo em aquecimento (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008). A instalação de ventoinhas de teto permite aumentar o conforto e diminuir o consumo de energia dos sistemas AVAC, tanto no inverno como no verão (SEDAC, 2011b).

Em edifícios, a transição de consumidor para produtor de energia está diretamente ligada aos momentos de intervenção na vertente construtiva (CE, 2010b). O setor é um dos principais casos onde a análise de ciclo de vida das soluções apresenta efeitos a longo prazo valiosos (GI ZRMK, 2012). Um edifício bem construído e com bom isolamento dispensa praticamente sistemas de climatização, sendo que várias soluções podem ser adotadas para melhorar o conforto e diminuir gastos (IA, 2011). O nível ótimo de proteção térmica depende do clima e da natureza, propósito, localização e orientação do espaço (GI ZRMK, 2012).

A envolvente do edifício determina, em grande medida, a eficiência do edifício (IEA, 2015b). O seu isolamento térmico é um dos principais meios para minimizar as perdas de energia e aumentar o conforto no interior dos espaços climatizados (BCSD Portugal & ISR Universidade de Coimbra, 2005). Se for adequadamente instalado, durante a construção ou a renovação de um edifício, pode ser das medidas de eficiência mais custo-eficazes (IEA, 2015b). De forma geral, as técnicas de construção dos edifícios não-residenciais são semelhantes às do setor residencial, sendo que as medidas de renovação devem ser similares (BPIE, 2011).

O ETICS (*External Thermal Insulation Composite Systems*) é um sistema de isolamento térmico muito usado na reabilitação energética de edifícios, sendo aplicado de forma contínua e pelo exterior (IA, 2011). Os materiais utilizados incluem poliestireno expandido (EPS), poliestireno extrudido (XPS), lã mineral de rocha ou vidro (MW), poliuretano (PUR) e aglomerado negro de cortiça (ICB) (BCSD Portugal & ISR Universidade de Coimbra, 2005).

Os vãos envidraçados são os elementos mais vulneráveis da envolvente dos edifícios (PCM, 2008). No entanto, podem ser instalados de forma a apresentar elevada resistência térmica, através do uso de vidros duplos de baixa emissividade (BCSD Portugal & ISR Universidade de Coimbra, 2005). A melhoria do isolamento dos envidraçados tem um efeito duplo, por um lado, evita perdas de calor durante o inverno e reduz o consumo para aquecimento, por outro, não permite a libertação de ganhos internos de calor durante o verão e aumenta o consumo para arrefecimento (Boyano *et al.*, 2013).

O parque imobiliário de habitação português é constituído, em grande parte, por edifícios que dependem de climatização ativa para garantir o conforto térmico (Lopes & Melo, 2011). No entanto, pequenas intervenções de melhoria do isolamento de edifícios podem conduzir a economias energéticas de até 30% do consumo em aquecimento e arrefecimento de espaços (PCM, 2008). O investimento médio por residência é de 9 000 €, traduzindo-se num período de retorno de cerca de 46 anos (Lopes & Melo, 2011).

2.5 Regulamentação do setor da energia

2.5.1 Evolução dos objetivos da UE e de Portugal

Os objetivos centrais da política energética europeia, definidos como segurança, competitividade e sustentabilidade, estão consagrados no Tratado de Lisboa, mais precisamente, no Artigo 194 (CE, 2011e). Neste âmbito, os decisores estão a tentar colocar a eficiência em primeiro lugar, tratando-a como uma fonte de energia que pode competir de forma justa com as opções de abastecimento (IEA, 2015b).

Portugal assinou, em 1998, o Protocolo de Quioto, em que a UE decidiu reduzir as suas emissões de GEE em 8 % até 2012, em comparação com os níveis de 1990 (WEC, 2007). No contexto do acordo de partilha de responsabilidade de 2002, Portugal comprometeu-se a limitar, entre 2008 e 2012, o crescimento das suas emissões de GEE a 27 %, face aos níveis de 1990 (WEC, 2007). Na conferência de Doha, em 2012, foi estabelecido um segundo período de compromisso para o Protocolo de Quioto (EEA, 2014c).

O compromisso internacional sobre alterações climáticas, associado à falta de resultados práticos das iniciativas anteriores, levou a CEE (1998) a emitir uma comunicação denominada “Eficiência energética na Comunidade Europeia – Para uma Estratégia de Utilização Racional da Energia”. Tendo em vista o objetivo de melhorar a intensidade energética, foi publicado, em 2000, o primeiro plano de ação sobre eficiência energética (CEE, 2000).

Tendo em vista o cumprimento do Protocolo de Quioto, foi instituído um mercado intracomunitário de licenças de emissão de GEE (ERSE, 2012), que é a pedra angular da política europeia para reduzir as emissões de GEE na indústria (Holt & Galligan, 2013). Os primeiros períodos do CELE tiveram pouco impacto na redução das emissões, mas as lições aprendidas foram valiosas para o estabelecimento de novas regras (EEA, 2014c).

A decisão de partilha de esforços (Decisão nº 406/2009/CE) estabelece metas de redução das emissões de GEE, nos setores não incluídos no CELE. Estes incluem o ambiente construído, o transporte, as pequenas indústrias, a agricultura e os resíduos, sendo que, na UE, as emissões devem diminuir 10% em 2020, face a 2005 (Ecofys & Fraunhofer ISI, 2010). A meta individual para Portugal é equivalente a limitar o aumento das emissões em 1% (EEA, 2014c).

Em Portugal, o primeiro Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE I) abrangeu o período entre 2005 e 2007, enquanto o PNALE II coincidiu com o período de cumprimento do Protocolo de Quioto, entre 2008 e 2012 (ERSE, 2012). Entre 1999 e 2008, as emissões de GEE portuguesas estiveram acima do limite, mas desde 2009 que o compromisso é cumprido (ADENE, 2015). Em relação às emissões dos setores não incluídos no CELE, projetou-se que em 2020 as emissões estejam abaixo do nível definido (EEA, 2014c).

Em 2005, a CEE publicou o Livro Verde sobre eficiência energética, procurando renovar o ímpeto a todos os níveis da sociedade europeia (CEE, 2005). Este documento enunciou a

possibilidade da UE poupar 20% da sua energia de forma economicamente rentável (CEE, 2005). Tendo como objetivo a concretização deste potencial, a CEE delineou, em 2006, o seu segundo plano de ação para a eficiência energética (CEE, 2006).

Em Março de 2007, o Conselho Europeu comprometeu-se com três objetivos nos domínios do clima e da energia, até 2020 (tabela 2.7). As três metas interagem entre si, com efeitos normalmente sinérgicos (CE, 2014c). Em 2010, os objetivos 20/20/20 foram incluídos na Estratégia Europa 2020, sob a iniciativa emblemática “Uma Europa eficiente em termos de recursos” (CE, 2010a).

Tabela 2.7 – Objetivos europeus na área da energia para 2020 (adaptado de EEA, 2014c).

| Emissões de GEE | Fontes renováveis | Eficiência energética |
|--|---|--|
| Redução em 20% face aos níveis de 1990 | Aumento da quota para 20% do consumo de energia final | Melhoria de 20% face à projeção futura |

A meta de eficiência energética, de carácter não vinculativo, foi definida como a redução do consumo de energia primária em 20%, relativamente às projeções para 2020. Estas foram efetuadas por aplicação do modelo PRIMES no ano 2007 (PCM, 2013). Neste âmbito, Portugal fixou um objetivo geral de redução na energia primária de 25 % e um objetivo específico para a Administração Pública de 30 % (PCM, 2013).

Apesar dos desenvolvimentos na área da eficiência, em 2011, a Comissão Europeia estimou que a UE iria atingir apenas metade do objetivo para 2020 (CE, 2011b). Esta conclusão levou à elaboração de um novo Plano de Eficiência Energética, onde foram propostas medidas para alcançar a meta em 2020 (CE, 2011d). Neste documento, a eficiência é encarada, em muitos aspetos, como o maior recurso energético da Europa (CE, 2011d).

Atualmente, a UE e Portugal encontram-se na trajetória correta para atingir os seus objetivos de redução de emissões de GEE e de produção de energia através de fontes renováveis (EEA, 2014; EEA, 2014). No entanto, em relação à eficiência energética, a Comissão Europeia (2014b) afirma que, com as tendências atuais, a UE atingirá poupanças de apenas 18% a 19% em 2020. Em adição, cerca de um-terço da redução dever-se-á ao crescimento económico mais baixo que o antecipado (CE, 2014b). Assim, o potencial de poupança custo-eficaz não está a ser totalmente explorado e a eficiência não contribui de forma satisfatória para a política energética europeia (CE, 2014b). A principal razão para este défice é a falta de compromisso com o quadro legislativo, sendo que a sua correta implementação é necessária e suficiente para atingir a meta (CE, 2014b).

Em Portugal, o consumo de energia decresceu a um ritmo mais elevado do que era necessário para cumprir as metas para 2020 (figura 2.15), sendo que a crise económica teve um papel importante (EEA, 2014a). Embora o país se encontre bem posicionado para cumprir os objetivos de eficiência energética, é importante prosseguir estes esforços tendo em vista o esperado aumento do consumo, associado a um futuro período de retoma económica (Governo

de Portugal, 2014b). A situação de Portugal permanece um desafio também para as áreas da energia e clima, sendo que têm ocorrido alguns atrasos na implementação de políticas (EEA, 2014a). Na ausência de medidas de eficiência fortes, a manutenção do consumo em valores constantes é um desafio (CE, 2015a).

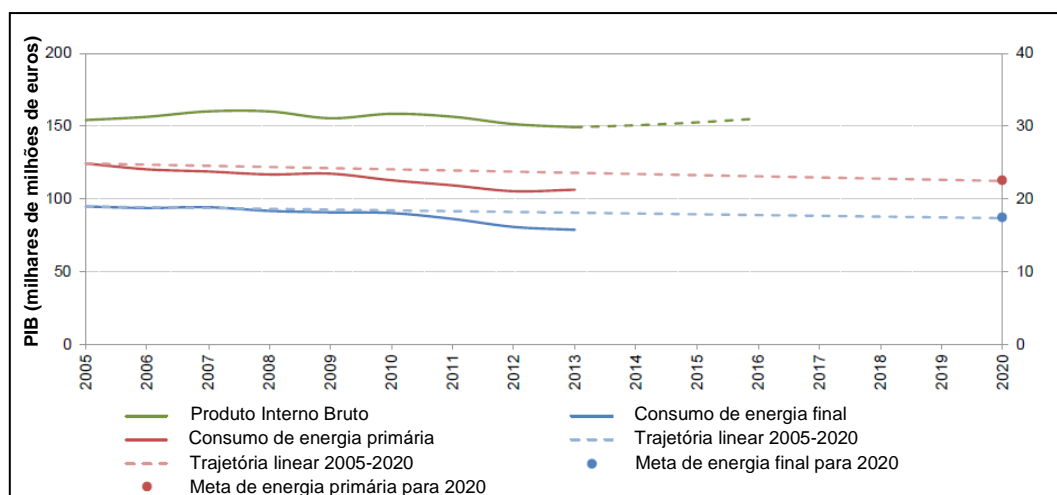


Figura 2.15 – Evolução do consumo de energia primária e final em Portugal face à meta de redução para 2020 (adaptado de CE, 2015a).

O ano de 2020 é apenas um passo intermédio na direção de uma economia de baixo-carbono segura e competitiva (CE, 2014c). Em outubro de 2014, o Conselho Europeu (2014) aprovou novas metas nos domínios do clima e da energia até 2030 (tabela 2.8). A meta de eficiência continua a ser indicativa, sendo que será revista com um possível aumento para 30 % (Conselho Europeu, 2014). Este anúncio pavimenta o caminho para a revisão das principais diretivas políticas e envia um sinal claro para o mercado (IEA, 2015b).

Tabela 2.8 – Objetivos europeus na área da energia para 2030 (adaptado de Conselho Europeu, 2014).

| Emissões de GEE | Fontes renováveis | Eficiência energética |
|--|---|--|
| Redução em 40% face aos níveis de 1990 | Aumento da quota para 27% do consumo de energia final | Melhoria de 27% face à projeção futura |

As metas de eficiência são suportadas pelo financiamento através dos Fundos Europeus Estruturais e de Investimento, do programa Horizon 2020 e de outras iniciativas como a Assistência Europeia à Energia Local (ELENA) e o Fundo Europeu de Eficiência Energética (CE, 2014e). No programa Horizon 2020, o Plano Estratégico Europeu para as Tecnologias de Energia (SET Plan) é o pilar de investigação e inovação para a energia sustentável (CE, 2015c). Com o elevado número de fundos, diretivas, metas e objetivos, o desafio é garantir que todos são implementados e funcionam em conjunto (IEA, 2014d).

A legislação europeia é o principal motor de implementação de políticas de eficiência no setor dos edifícios (Odyssee-Mure, 2015). De forma complementar, os EM adotaram várias medidas com impacto no setor terciário, incluindo incentivos financeiros, obrigações para os fornecedores, disseminação de informação e auditorias (Bertoldi & Atanasiu, 2011).

2.5.2 Políticas, planos e programas de eficiência energética

Uma Europa eficiente em termos de recursos – Estratégia Europa 2020

Em 2010, a Comissão Europeia instituiu a Estratégia Europa 2020 para o crescimento inteligente, sustentável e inclusivo (CE, 2010a). Neste âmbito, criou a iniciativa emblemática “Uma Europa eficiente em termos de recursos”, cujo objetivo é suportar a transição para uma economia eficiente e de baixo-carbono (CE, 2011c). Por sua vez, também a Estratégia Energia 2020, se foca, entre outras prioridades, na eficiência energética (CE, 2011e). Os municípios têm um papel fundamental na transição para uma sociedade mais eficiente, sendo importantes iniciativas como o Pacto dos Autarcas (CE, 2011e).

Portugal tem várias estratégias para o clima, tal como o Roteiro Nacional de Baixo Carbono (RNBC) e o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). A visão do primeiro está alinhada com o objetivo de redução das emissões a longo prazo da UE (APA, 2012).

O PNAC é um dos elementos que constituem o Quadro Estratégico para a Política Climática, que assumiu como visão o desenvolvimento de uma economia competitiva e de baixo carbono. Os principais vetores de descarbonização identificados são a eficiência, a eletrificação e a adoção do solar térmico, de bombas e recuperadores de calor e de isolamento eficiente (APA, 2015). O conjunto de orientações do PNAC permite reduzir as emissões dos serviços em 69%, até 2030, face aos níveis de 2005 (APA, 2015).

O Compromisso para o Crescimento Verde assume a eficiência como a maior prioridade da política energética nacional, focando-se na dinamização das empresas de serviços de energia, na alocação de fundos europeus e na fiscalidade verde (MAOTE, 2014). A estruturação do Portugal 2020 respeita quatro domínios, onde se destaca a sustentabilidade e eficiência no uso de recursos (Governo de Portugal, 2014a). Apesar da importância do financiamento do QREN, o volume total de recursos disponibilizados é pouco expressivo, em apenas 2% dos fundos totais (Governo de Portugal, 2014a).

O Programa Operacional da Sustentabilidade e Eficiência de Recursos (PO SEUR) pretende contribuir para a afirmação da Estratégia Europa 2020, especialmente na prioridade de crescimento sustentável. A estratégia preconizada assenta em três pilares, nomeadamente a transição para uma economia com baixas emissões de carbono, a adaptação às alterações climáticas, e a proteção do ambiente (Governo de Portugal, 2014b).

Diretiva dos serviços energéticos (ESD)

A 5 de abril de 2006, o Parlamento Europeu e o Conselho publicaram a Diretiva n.º 2006/32/CE, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, que foi transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 319/2009 de 3 de novembro. Estes documentos estabeleceram a necessidade de criar condições para a promoção do mercado dos serviços energéticos e para o desenvolvimento de medidas de melhoria da eficiência.

Neste sentido, os EM foram incitados a adotar um objetivo nacional indicativo de economias de energia de 9 % para 2016, em comparação com a média do período entre 2001 e 2005, aplicável ao consumo final dos setores não incluídos no CELE.

A nível nacional, grande parte das preocupações abordadas nesta Diretiva já se encontrava plasmada na legislação. Em particular, no Decreto-Lei n.º 71/2008, que criou o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, e no Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética de 2008, aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º80/2008. Este plano contemplava um conjunto de medidas com o objetivo de alcançar, até 2015, uma melhoria da eficiência energética equivalente a 10 % do consumo final. Para financiar os programas previstos no PNAEE, o Decreto-Lei n.º 50/2010 criou o Fundo de Eficiência Energética.

Em 2011, a Comissão Europeia (2011e) afirmou que a qualidade dos PNAEE, desenvolvidos pelos EM desde 2008, era desapontante. Ainda assim, em 2014, a poupança de energia final projetada para 2016 era equivalente a cerca de 13,3 % do consumo de referência, para o conjunto dos EM (CE, 2014d). O segundo plano enviado por Portugal indicou que a meta para 2016 será excedida, com poupanças finais de 12,2 % do consumo de referência. Embora os EM estejam em vias de atingir o objetivo, este é muito menos ambicioso que o subsequentemente adotado para o ano 2020 (Parlamento Europeu & Conselho, 2012).

Diretiva sobre eficiência energética (EED)

A maioria das disposições estabelecidas no âmbito da Diretiva ESD foi enquadrada, de forma mais precisa, na Diretiva n.º 2012/27/UE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro, relativa à eficiência energética (CE, 2015d). A EED surgiu com o intuito de assegurar o cumprimento da meta de 20 % de melhoria da eficiência. Portugal transpôs esta diretiva para o seu direito nacional através do Decreto-Lei n.º 68-A/2015, de 30 de abril.

A EED estabelece um quadro comum de medidas de promoção da eficiência energética, de forma a eliminar as barreiras. O Artigo 8.º assegura a disponibilidade de auditorias energéticas para todos os consumidores finais. As empresas de grandes dimensões devem ser sujeitas a auditorias obrigatórias e devem ser desenvolvidos programas que encorajem as PME a analisar os seus consumos de energia e a implementar as medidas recomendadas (CE, 2013).

A consultora Ricardo-AEA (2015) colocou Portugal entre os países com pior credibilidade, afirmando que existe o risco do pacote de políticas atingir menos de 90 % do objetivo, devido à insuficiência das medidas e a problemas metodológicos. A nível nacional, as exigências do Artigo 4.º da EED foram cumpridas pela publicação, em 2014, da estratégia para a renovação de edifícios (DGEG, 2014).

A implementação total e correta da EED é fundamental para o cumprimento dos objetivos energéticos da UE para 2020 (CE, 2015d). Apajalahti *et al.* (2015) destacam a importância da relação entre os consumidores e as empresas de energia para a ESD e da EED.

Desempenho energético dos edifícios

O peso dos edifícios no consumo final de energia da UE levou, em 2002, o Parlamento Europeu e o Conselho a adotarem a Diretiva n.º 2002/91/CE, relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD). Em 2010, o seu âmbito foi alargado, pela Diretiva n.º 2010/31/UE, de forma a incluir quase todos os edifícios novos e existentes.

A versão atual da EPBD estabelece uma metodologia comum para o cálculo do desempenho energético dos edifícios. Em adição, fixa requisitos mínimos para edifícios novos e para existentes que sejam sujeitos a grandes renovações, assim como para os seus elementos construtivos e sistemas técnicos.

Os Artigos 11.º e 12.º obrigam os EM a implementar um sistema de certificação do desempenho energético dos edifícios. Estes certificados, que são obrigatórios sempre que ocorrem processos de construção, venda ou arrendamento, devem incluir o desempenho atual, valores de referência comparativos e recomendações de melhoria rentáveis. Os EM devem garantir que os certificados são efetivamente emitidos e as medidas implementadas, visto que o cumprimento destes critérios na diretiva anterior não foi satisfatório (Ecofys & Fraunhofer ISI, 2010). A classe energética deve ser publicitada nos anúncios dos imóveis, recaindo esta obrigação tanto no proprietário como no promotor (Libório, 2014).

Os atrasos na implementação da EPBD podem afetar o aproveitamento do potencial de poupança no setor dos edifícios (CE, 2014c). Os EM devem explorar as sinergias e garantir a consistência entre os esquemas da EPBD e da EED, nomeadamente ao nível das auditorias e certificados energéticos (CE, 2013). Mesmo assumindo o funcionamento pleno desta diretiva, o seu efeito continua a ser limitado, devido ao pequeno volume de novas construções e à baixa taxa de renovação do parque edificado (CE, 2014b).

A nível nacional, a primeira diretiva EPBD foi inserida no quadro jurídico através do Decreto-Lei n.º 78/2006, que aprovou o SCE, do Decreto-Lei n.º 79/2006, que aprovou o RSECE, e do Decreto-Lei n.º 80/2006, que aprovou o RCCTE. Estes três Decretos-lei, todos de 4 de abril de 2006, vieram substituir a legislação nacional em vigor desde os anos 90 (Ferreira & Pinheiro, 2011). Por sua vez, a reformulação de 2010 foi transposta pelo Decreto-Lei n.º 118/2013, que reuniu num único documento o SCE, o REH e o RECS.

O RSECE impôs limites máximos para o consumo de energia global dos grandes edifícios de serviços existentes, em função da sua tipologia, assim como para a sua climatização, iluminação e equipamentos típicos. Neste âmbito, os pequenos edifícios de serviços existentes não ficam sujeitos a qualquer requisito de limitação de consumo de energia.

Por outro lado, o RCCTE estabeleceu regras para garantir que as exigências de conforto térmico e de ventilação, bem como as necessidades de água quente sanitária, possam ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia. Este regulamento aplicava-se a todos os edifícios de habitação e a edifícios de serviços sem sistemas de climatização centralizados.

O Decreto-Lei n.º 118/2013 permitiu a revisão da legislação anterior, que se consubstanciou em melhorias ao nível da sistematização e do âmbito da aplicação do sistema de certificação energética. Neste contexto, o RECS fixa as condições para a construção, alteração, operação e manutenção dos edifícios de comércio e serviços e seus sistemas térmicos.

Em 2013, foram emitidos cerca de 77 mil certificados, o valor mais baixo desde 2009 (Libório, 2014). Em termos cumulativos, 90% foram produzidos para a habitação e apenas 10% para os serviços (Libório, 2014). Cerca de 60% do património construído, e mais de 80% dos edifícios classificados como existentes, apresenta desempenho igual ou inferior à classe C (Libório, 2014; ADENE, 2015). Os espaços que apresentam as piores classes energéticas são os de pequenos serviços, localizando-se em edifícios mistos que carecem de intervenção ao nível da vertente construtiva (Graça, 2011). Os proprietários que não dispõem de certificado, para além de não poderem vender ou arrendar o imóvel, estão sujeitos a uma coima (IA, 2011).

Conceção ecológica e rotulagem energética de produtos

A União Europeia possui legislação relativa à conceção ecológica de produtos consumidores de energia desde 2005, quando foi adotada a Diretiva n.º 2005/32/CE. Em 2009, o âmbito deste diploma foi alargado de forma a incluir todos os produtos relacionados com o consumo de energia, sendo publicada a Diretiva n.º 2009/125/CE. A primeira versão foi transposta pelo Decreto-Lei nº 26/2009, enquanto a segunda está plasmada no Decreto-Lei n.º 12/2011. De forma a serem colocados no mercado, os produtos devem cumprir requisitos mínimos de desempenho ambiental, que foram definidos através de medidas de execução.

A rotulagem energética, introduzida pela Diretiva n.º 92/75/CEE, criou a possibilidade dos consumidores escolherem os produtos com base no seu nível de eficiência. O seu âmbito limitava-se aos aparelhos domésticos, tendo sido alargado aos produtos relacionados com o consumo de energia através da Diretiva n.º 2010/30/UE. Os pormenores relativos ao rótulo e à ficha, para cada tipo de produto, são definidos em atos delegados. O Decreto-Lei n.º 41/94 transpôs a primeira versão desta diretiva, enquanto a reformulação foi inserida no quadro jurídico nacional pelo Decreto-Lei n.º 63/2011. Em adição, em Portugal, o Decreto-Lei n.º 108/2007 estabeleceu uma taxa sobre lâmpadas de baixa eficiência energética.

A diretiva sobre rotulagem não engloba equipamentos de escritório, para os quais o logótipo Energy Star é aplicável (Odyssee-Mure, 2015). Entre os programas voluntários relacionados, destaca-se o rótulo ecológico europeu que é atribuído a produtos que cumprem requisitos de excelência ambiental (ENEA, 2012).

As normas sobre rotulagem e conceção ecológica encontram-se entre as políticas europeias mais eficazes (CE, 2014b). Estes dois diplomas legais podem atuar em sinergia, impondo limites às classes de desempenho energético colocadas no mercado e transmitindo informação clara aos consumidores (DGEG, 2014). Por vezes, a transição do mercado pode ser incentivada pela proibição da venda de produtos ineficientes (IEA, 2013a).

Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)

De forma a alcançar e suplantear as metas fixadas na ESD, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008 aprovou o primeiro PNAEE. A sua atualização, pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, levou à revisão da meta. Em 2013, as poupanças energéticas acumuladas eram equivalentes a 63% da meta para 2016 (ADENE, 2015).

Até 2013, o investimento na área da energia concentrou-se em fontes renováveis e em centrais de ciclo combinado a gás natural (Governo de Portugal, 2014a). Contudo, nas atuais condições de retração da procura, esta aposta conduziu a um desequilíbrio entre a capacidade de produção e o consumo de energia, que se traduz numa oferta excessiva e inadequada (PCM, 2013). Assim, alguns dos investimentos planeados estão a ser reagendados ou redefinidos, existindo incertezas consideráveis na evolução do sistema elétrico português (Amorim *et al.*, 2014). Simões *et al.* (2014) consideram relevante avaliar se todos os investimentos em centrais elétricas planeados são mesmo necessários para atingir as metas definidas.

Neste contexto, em 2013, a revisão integrada do PNAEE e do PNAER procurou redefinir as ações para garantir o cumprimento dos objetivos nacionais e europeus. Perante a elevada intensidade energética da economia produtiva, foi identificada a necessidade de intensificar os esforços na atuação direta sobre a energia final, por oposição a um maior nível de investimento no sistema de oferta (PCM, 2013).

As medidas do PNAEE 2016 foram organizadas em 10 programas que abrangem as mesmas áreas do plano anterior (figura 2.16). A área residencial e serviços fornece 42% das poupanças esperadas com o plano, sendo que, até 2010, os seus programas atingiram 42% da meta estipulada para 2016. Ao nível da área comportamentos, destaca-se o efeito do aumento do IVA da taxa reduzida de 6% para a taxa normal de 23%.

| ÁREAS | | | | | | |
|-------------|--|--|--|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Transportes | | Residencial e Serviços | Indústria | Estado | Comportamentos | Agricultura |
| PROGRAMAS | Eco Carro | Renove Casa & Escritório | Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia | Eficiência Energética no Estado | Comunicar Eficiência Energética | Eficiência no setor Agrário. |
| | Mobilidade Urbana | Sistema de Eficiência Energética nos Edifícios | | | | |
| | Sistema de Eficiência Energética nos Transportes | Solar Térmico | | | | |

Figura 2.16 – Áreas e programas inseridos no âmbito do PNAEE 2016 (PCM, 2013).

O primeiro programa da área residencial e serviços potencia a eficiência na iluminação, eletrodomésticos e reabilitação de espaços. O seu âmbito inclui cinco medidas específicas, que se focam nos equipamentos, iluminação, janelas, isolamento e calor verde.

O programa sistema de eficiência energética nos edifícios reúne as medidas que resultam do processo de certificação, dividindo-se em edifícios residenciais e de serviços. Nestes últimos, o SCE obriga a que as novas construções e as grandes reabilitações apresentem classes

eficientes. Para os edifícios de serviços no âmbito do RCCTE, o valor do fator de redução do consumo por fogo foi estimado em 0,173 tep/fogo. Até 2010, a execução deste programa atingiu 50% da meta para 2016, com os serviços a atrasarem-se (PCM, 2013).

O último programa nesta área tem o objetivo de promover os sistemas solares térmicos em edifícios. Até 2010, a sua execução atingiu apenas 28% da meta para 2016 (PCM, 2013).

Haydt *et al.* (2014) consideram que, de forma geral, o plano parece ser tecnicamente adequado à situação nacional. No entanto, tanto estes autores como a Comissão Europeia (2014d) afirmam que o nível de detalhe nas medidas e no cálculo das poupanças é insuficiente. Também PwC *et al.* (2014) notam que Portugal usa estimativas *top-down*, considerando que os impactos das medidas estão sobrestimados. Simões *et al.* (2014) consideram que as metas do PNAEE devem ser revistas e o seu nível de ambição aumentado, particularmente nos edifícios.

Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC)

O quadro jurídico nacional requiere, desde 2001, que os distribuidores apresentem um Plano de Gestão da Procura, com medidas de promoção da eficiência (ERSE, 2005). Neste âmbito, a ERSE tem procurado dinamizar ações que contribuam para a promoção da eficiência, estabelecendo, no Regulamento Tarifário do Setor Elétrico, um mecanismo competitivo designado por Plano de Promoção da Eficiência no Consumo (ERSE, 2013a). O PPEC encontra-se em utilização desde 2007, tendo as suas regras sido revistas em 2013, pela Portaria n.º 26/2013 e pela Diretiva ERSE n.º 5/2013 (MAOTE, 2014).

Já com cinco edições cumpridas, o PPEC tem como objetivo apoiar financeiramente a melhoria da eficiência no consumo de eletricidade, através de ações empreendidas por promotores e destinadas aos consumidores dos diferentes setores (ERSE, 2014a). O seu orçamento é repartido entre medidas tangíveis, que contemplam a instalação efetiva de equipamentos, e intangíveis, que visam disponibilizar informação (ERSE, 2013b). Na primeira tipologia, as medidas são divididas por segmento de mercado, nomeadamente em indústria e agricultura, comércio e serviços, e residencial. As candidaturas consideradas elegíveis são sujeitas a um processo de hierarquização e seleção realizado pela ERSE e pela DGEG (MAOTE, 2013).

Entre o PPEC para 2007 e o PPEC para 2013-2014, o número de medidas elegíveis aumentou de 62, apresentadas por 8 promotores, para 207, apresentadas por 65 promotores (ERSE, 2007a, 2014b). Entre 2007 e 2010, os benefícios dos PPEC foram 10 vezes superiores aos custos financiados pela tarifa de energia elétrica (ERSE, 2009a). O investimento público no PPEC tem um efeito multiplicador, com os consumidores a contribuírem com 30% e os promotores com 5% para os custos totais do programa de 2013-2014 (ERSE, 2014b).

No PPEC 2013-2014, foram aprovadas 70 medidas, propostas por 29 promotores (ERSE, 2014b). A despesa pública em medidas tangíveis, 17 milhões de euros, foi muito inferior aos benefícios obtidos, avaliados em cerca de 152 milhões de euros (ERSE, 2014b). Na perspetiva dos consumidores participantes, o benefício direto é avaliado em cerca de 203 milhões de

euros (ERSE, 2014b). O valor das poupanças acumuladas é de 1 785 GWh, com os efeitos a durarem até 2034 (ERSE, 2014b).

No segmento do comércio e serviços, as medidas tangíveis têm-se focado na iluminação pública e interior, na refrigeração e nos semáforos (ERSE, 2009b, 2010b, 2011, 2014a). Por outro lado, as medidas intangíveis mais comuns são de divulgação de conteúdos e campanhas de informação ao consumidor, seguidas de auditorias energéticas, concursos e formação (ERSE, 2009b, 2010b, 2014b).

Na tabela 2.9, apresentam-se os custos, financiados pela tarifa de energia elétrica, por consumo evitado das medidas aprovadas nas cinco edições do PPEC, bem como o custo médio e o da medida marginal para os serviços. Desde 2007, a qualidade das ações candidatas e o carácter competitivo do plano permitiu reduzir este indicador (ERSE, 2009b).

Tabela 2.9 – Custos unitários por consumo evitado das medidas financiadas pelo PPEC (adaptado de ERSE, 2007a, 2007b, 2009b, 2010b, 2014b).

| €/kWh evitado | 2007 | 2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 |
|---------------------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|
| PPEC - global | 0,0212 | 0,0092 | 0,0054 | 0,0080 | 0,0094 |
| Serviços - médio | 0,0281 | 0,0084 | 0,0083 | 0,0068 | 0,0069 |
| Serviços - marginal | 0,0388 | 0,0099 | 0,0101 | 0,0078 | 0,0512 |

O custo financiado pelo PPEC, por unidade de consumo evitado, é inferior ao diferencial de custo de produção de energia elétrica de origem renovável face à produção em centrais convencionais (0,056 €/kWh em 2013) (ERSE, 2014b). Assim, a redução dos consumos através de eficiência demonstra ser competitiva, relativamente à produção a partir de fontes renováveis (ERSE, 2014b). Embora ambas as soluções tenham outras virtudes, é clara a necessidade de proceder à sua análise em paralelo (ERSE, 2011).

As avaliações posteriores do PPEC de 2007 e 2008 revelam que, no cômputo geral, os objetivos foram largamente ultrapassados (ERSE, 2011, 2014c). O consumo evitado com as quatro primeiras edições do PPEC atingiu, em 2013, o seu valor máximo, representando 1,1% do consumo nacional de 2011 (ERSE, 2010a). Em adição, entre 2008 e 2015, estas poupanças cumulativas, contribuíram com 19,2% para a meta preconizada no PNAEE 2015 (ERSE, 2011).

A 16 de fevereiro de 2016, a ERSE abriu as candidaturas ao PPEC 2017-2018, com um orçamento anual de 11,5 milhões de euros. Pelo menos 17% deste valor destina-se diretamente ao segmento do comércio e serviços (ERSE, 2016).

Outros programas com incidência no setor do comércio e serviços

Em Portugal, um incentivo económico para a melhoria da eficiência energética, entretanto revogado, era a dedução ambiental em sede de IRS. Neste âmbito, eram dedutíveis 30% das importâncias despendidas com aquisição de equipamentos de aproveitamento de energias renováveis e com obras de melhoria do comportamento térmico de edifícios (IA, 2011).

Em 2008, foi estabelecido um programa na Alemanha que fornece bolsas para auditorias energéticas em PME do setor comercial (Fleiter *et al.*, 2012a). Este programa de eficiência energética, gerido pelo banco KfW, baseia-se em dois tipos de empréstimos (WSBF & Carbon Connect, 2013). O primeiro fornece bolsas para aconselhamento sobre energia às PME, no valor de 80% dos custos para uma inspeção inicial e de 60% para uma auditoria detalhada. De seguida, o segundo tipo de empréstimo apoia financeiramente a implementação de medidas de eficiência, caso estas satisfaçam os critérios requeridos.

O carácter custo-eficaz para as empresas, o pequeno peso na despesa pública e o benefício líquido claro na perspetiva da sociedade contribuem para provar o seu valor na política energética da Alemanha. O programa estreita a lacuna da eficiência, permitindo ultrapassar barreiras relacionadas com a informação, racionalidade limitada e os custos de transação (Fleiter *et al.*, 2012a).

Outros programas semelhantes ao alemão existem nos EUA (IAC), na Austrália (EEAP) e na Suécia (Project Highland) (Fleiter *et al.*, 2012a). A comparação entre os programas de vários países revela muitas semelhanças, mas também algumas diferenças. Estas devem-se ao tipo de empresas participantes, ao conhecimento dos auditores, às condições climáticas, à estrutura do relatório de auditoria, ao número total de medidas recomendadas e ao nível inicial de eficiência (Fleiter *et al.*, 2012a).

Também a Autoridade sobre Energia Sustentável da Irlanda (SEAI) promove um programa para PME que fornece avaliações, conselhos e formação, de forma a reduzir o uso de energia. Em média, as empresas conseguem reduzir o seu consumo de energia em 10%, no primeiro ano de participação (SEAI, 2011). Na sua perspetiva, o custo de evitar o consumo de um kWh é de 0,7 cêntimos, até 2030, o que é inferior ao custo de compra de um kWh de 8,2 cêntimos (SEAI, 2011). Em adição, cada euro gasto pela SEAI neste programa traduz-se num benefício líquido para a sociedade de 33 euros.

Em 1997, um fornecedor de eletricidade dos EUA iniciou um programa de eficiência na iluminação destinado a pequenos consumidores do setor comercial, com potência contratada inferior a 18 kW (Lee, 2000). Na Suíça, as empresas podem candidatar-se a um programa que cofinancia as medidas de redução do consumo com períodos de retorno altos (IEA, 2013b). Por fim, em Malta, foi desenvolvido um programa de auditorias energéticas grátis, a pedido, para residências e PME (CE, 2014a).

3. Metodologia

3.1 Esquema metodológico

Na figura 3.1, apresenta-se o esquema metodológico geral do trabalho efetuado na presente dissertação. A componente prática realizada ao nível do bairro de Telheiras serviu de base para os resultados a escalas superiores, em conjugação com a informação encontrada na revisão de literatura.

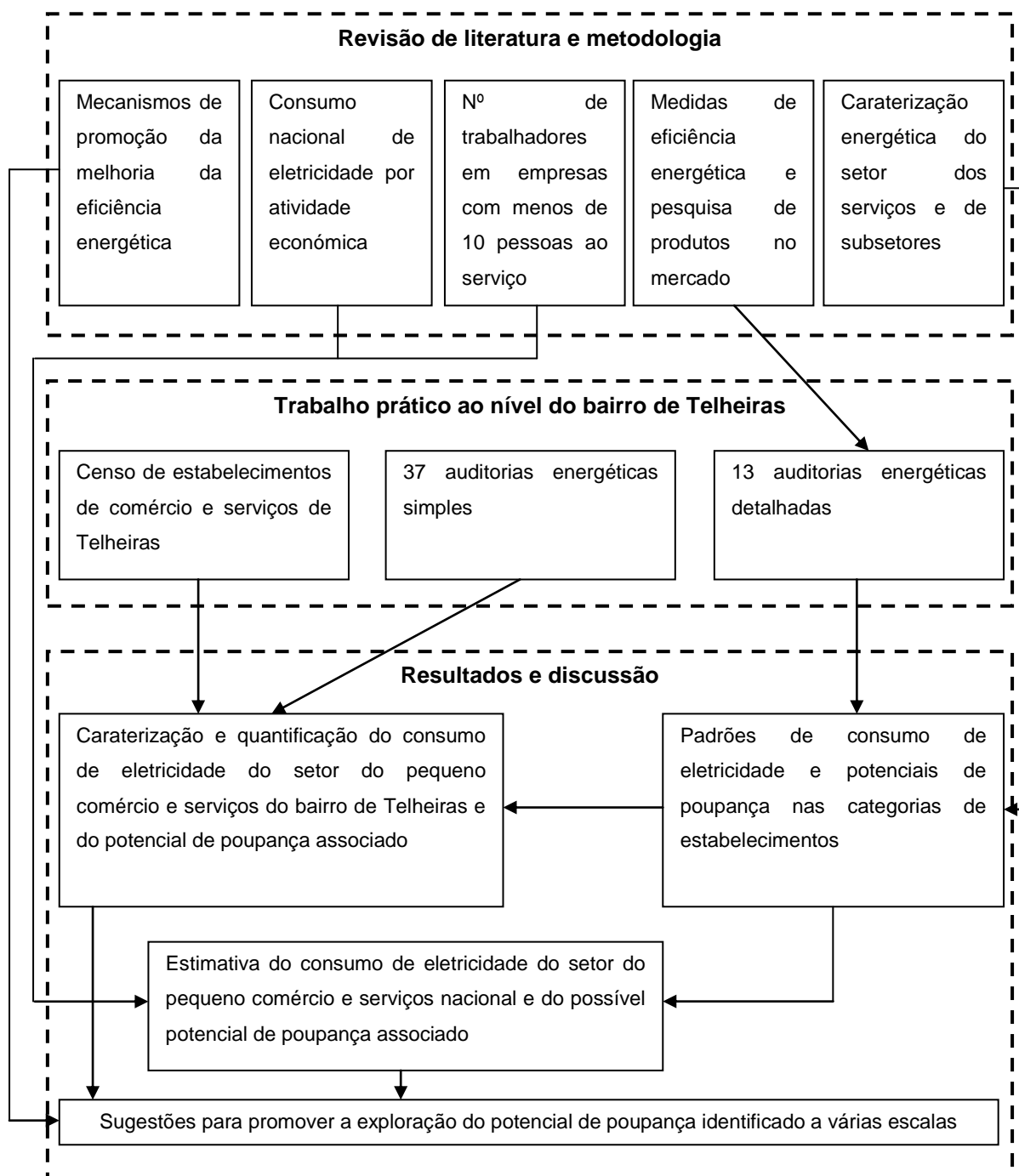


Figura 3.1 – Esquema metodológico da dissertação.

3.2 Caraterização do caso-estudo

O caso-estudo escolhido foi o bairro de Telheiras, situado na freguesia do Lumiar e no município de Lisboa. Embora as fronteiras do bairro não estejam oficialmente estabelecidas, a área delimitada neste estudo é considerada a sua zona central. O bairro tem um caráter sobretudo residencial, que se complementa com uma oferta variada de estabelecimentos comerciais e de serviços (CML *et al.*, 2012). À escala local, a Associação Viver Telheiras tem um projeto denominado rede de comércio de Telheiras, com o objetivo de reforçar a ligação entre os moradores e mais de 50 entidades privadas do bairro.

A medição do consumo de energia em edifícios é uma tarefa difícil, devendo-se primeiro criar uma base sobre o parque imobiliário a auditar (Gruber *et al.*, 2008). Assim, o primeiro passo na caraterização do caso-estudo foi a elaboração, em março de 2015, de um censo dos estabelecimentos de comércio e serviços existentes. Neste procedimento, foram anotados o nome, tipo de atividade e morada de cada entidade identificada, sendo calculado o peso das de pequena dimensão no total do bairro. Posteriormente, devido à elevada taxa de rotação de espaços, este censo foi repetido em março de 2016.

De seguida, as atividades foram agrupadas em sete categorias de pequenos estabelecimentos, nomeadamente comércio geral, comércio de produtos refrigerados, restauração, saúde e beleza, associação cultural, gráfica, escritórios e outros. As duas tipologias de comércio a retalho são distinguidas pelas caraterísticas dos produtos vendidos, sendo que os estabelecimentos de comércio geral possuem no máximo dois equipamentos de refrigeração.

A restauração engloba uma variedade de espaços, que inclui todos os restaurantes, cafés, pastelarias, padarias e bares. Por sua vez, a categoria saúde e beleza agrupa dois tipos de estabelecimentos, com propósitos diferentes mas consumos de energia semelhantes, nomeadamente cabeleireiros e consultórios médicos. Os espaços dedicados a atividades sociais, desportivas e artísticas são representados pelo termo associação cultural. A categoria gráfica refere-se a entidades dedicadas à impressão de documentos.

No grupo escritórios, são incluídos todas as entidades que operam nas áreas de consultoria, gestão, imobiliária e finanças. Por fim, a categoria outros engloba os estabelecimentos que não pertencem a nenhum dos outros conjuntos, onde se destacam as lavandarias e engomadoras.

Na seleção dos estabelecimentos a auditar detalhadamente, foi atribuída preferência aos pertencentes à rede de comércio de Telheiras que, à partida, apresentariam maior recetividade. Nesta etapa, através da Associação Viver Telheiras, foi enviado um *e-mail* explicativo do tema e âmbito do estudo. A falta de respostas levou, posteriormente, ao contato pessoal com a primeira ronda de estabelecimentos a auditar.

O reenvio do *e-mail*, para seleção de casos-estudo adicionais, recebeu duas respostas de entidades interessadas em participar no estudo. Embora não se encontrassem localizados dentro das fronteiras definidas, a disponibilidade demonstrada levou a que sua inclusão fosse

aceite. Estes estabelecimentos foram considerados equivalentes a um existente no bairro, dentro da mesma categoria. Em adição, foi efetuada uma entrevista com a Associação Viver Telheiras, de forma a facilitar o contato com os responsáveis das entidades (Anexo 1). A 2 de maio de 2016, no contexto da 7ª edição do Festival de Telheiras (Anexo 2), foi efetuada uma apresentação para o bairro com o tema “Eficiência Energética no Comércio de Telheiras”.

As medições diretas fornecem informação importante sobre os padrões de consumo de energia, que não seria possível recolher por qualquer outro método e que pode complementar outras abordagens (IEA, 2014c). As suas desvantagens são o elevado consumo de recursos e o pequeno número de casos analisados (IEA, 2014c). No entanto, na ausência de outros dados, até pequenas amostras permitem efetuar estimativas iniciais (IEA, 2014c).

No total, foram auditados detalhadamente 13 estabelecimentos (tabela 3.1). Desta forma, por falta de dados, as categorias escritório e outros foram eliminadas do âmbito do estudo.

Tabela 3.1 – Lista de estabelecimentos auditados em detalhe no âmbito da dissertação.

| Categoria de estabelecimentos | Nome do estabelecimento auditado |
|--------------------------------------|---|
| Comércio geral | Prazeres do Vinho |
| | Jardim de Telheiras |
| | Ludicenter & Ecocenter |
| | Bike Check e Bang Bang Tattoo Lisboa |
| | Equilíbrio Holístico |
| Comércio de produtos refrigerados | Arka |
| | A Horta de Telheiras |
| Restauração | Nella's Chocolatier |
| | Mercearia de L'Praino |
| Saúde e beleza | Ana Correia Cabeleireiro |
| | Central Pet |
| Associação cultural | Espaço Telheiras |
| Gráfica | Plot Design |

A realização de inquéritos é um método de recolha de dados através de um conjunto de questões, focadas numa amostra da população a ser estudada (IEA, 2014c). As suas vantagens incluem a recolha de informação de forma custo-eficaz e a representatividade da amostra na população. Gruber *et al.* (2008) considera que os inquéritos são suplementares às medições, ajudando a criar uma base mais representativa. A qualidade dos resultados aumenta significativamente se os dados forem recolhidos através de entrevistas pessoais (IEA, 2014c).

De forma a obter uma imagem mais abrangente da situação de referência no caso-estudo, foram efetuadas 37 auditorias simples. Assim, no total, foram visitadas 50 entidades, das quais 47 são de categorias incluídas no âmbito do estudo e 48 estão localizadas nos limites definidos para o bairro (Apêndice 1). Esta metodologia segue, de forma geral, a elaborada por DGE (1994) quando caracterizou o desempenho energético do setor dos serviços portugueses.

3.3 Procedimento de auditoria energética

3.3.1 Auditoria detalhada

A seleção dos estabelecimentos a auditar detalhadamente, entre os pertencentes à rede de comércio de Telheiras, não se baseou em nenhum critério particular. Os únicos fatores que influenciaram foram a disponibilidade e a necessidade de incluir vários tipos de atividades. Assim, pode-se considerar que se obteve uma amostra aleatória dentro do bairro.

Após a seleção da entidade, foi efetuado o primeiro contato pessoal e explicou-se brevemente o objetivo do estudo. O procedimento de auditoria detalhada seguiu os itens especificados na “Checklist de auditoria energética para pequenos estabelecimentos de comércio e serviços”, apresentada no apêndice 2. Na figura 3.2, encontra-se o material utilizado nas várias visitas efetuadas aos estabelecimentos. Os dois *energy monitors* foram usados para medir o consumo de equipamentos elétricos, sendo da marca Eco Savers e vendidos pelo retalhista Robert Mauser sob a referência GSM00812.



Figura 3.2 – Material utilizado durante o procedimento de auditoria energética.

A primeira seção da checklist procurou identificar a entidade em estudo e a sua morada, bem como a pessoa responsável e os seus contatos. De seguida, e já com interesse para a análise dos padrões de consumo, recolheu-se informação sobre o horário de funcionamento e o período de encerramento para férias. Ainda neste ponto, verificou-se o ano de inauguração do espaço e a designação na CAE Rev.3.

Caraterização do estabelecimento

O passo seguinte foi a caraterização do estabelecimento, em cinco dimensões distintas. Em primeiro lugar, foram anotadas as atividades principais e secundárias da entidade. A segunda componente analisada foi o edifício, sendo recolhida informação sobre o seu ano de construção, tipologia (edifício residencial ou edifício isolado) e materiais de construção, isolamento e proteção. Em adição, descreveu-se o espaço e suas divisões, a área útil interior, o pé-direito médio e a espessura das paredes externas, bem como o estatuto da empresa (arrendatária ou proprietária). A existência de certificado energético foi verificada através da base de dados sobre edifícios certificados gerida pela ADENE.

Na terceira e quarta dimensão, caraterizou-se o número de pessoas ao serviço num período de funcionamento médio e o número diário de clientes. Por fim, procurou-se conhecer o peso relativo da despesa em energia nos custos da entidade. Devido às dificuldades demonstradas pelos responsáveis em responder a esta questão, e também de forma a tornar o método de cálculo homogéneo entre os vários estabelecimentos, este valor foi obtido através dos custos fixos. Desta forma, foram anotadas as despesas médias mensais, nomeadamente renda, água, comunicações e eletricidade, sendo depois calculado o peso desta última componente no total. Neste procedimento, não foram considerados os custos com pessoal, sendo que os valores calculados e os reportados pelos proprietários não são diretamente comparáveis.

Análise dos consumos de energia

A terceira parte da auditoria analisou detalhadamente os consumos de energia do estabelecimento. Nesta seção, o primeiro passo foi a identificação das fontes de energia utilizadas e, no caso da eletricidade, do tarifário e da potência contratada. De seguida, pediu-se aos responsáveis o fornecimento de um conjunto de faturas representativo de um ano de consumo. Na maioria dos casos, tal foi dificultado pelo facto destes documentos serem diretamente entregues ao contabilista. Este problema foi ultrapassado ao registar a empresa no *site* Edponline, de onde foi possível retirar a versão eletrónica de algumas das últimas faturas emitidas. A informação recolhida por este meio incluiu a data das leituras reais do contador, o respetivo valor de consumo (em kWh), e o custo total associado. No total, foi possível obter faturas para oito estabelecimentos, correspondendo a 27 períodos entre leituras reais.

Os usos finais de energia foram divididos em oito categorias, nomeadamente iluminação, cozinha, refrigeração, higiene e limpeza, equipamentos de escritório, audiovisual e comunicação, aquecimento de águas sanitárias, climatização, e equipamentos especializados. Na climatização, incluiu-se também os equipamentos de ventilação, sendo que a última categoria englobou todos os usos de energia que não se enquadram em nenhum outro grupo.

Para cada uso final, foram identificados e descritos os equipamentos existentes no espaço. O cálculo do seu consumo de energia baseou-se no produto entre duas variáveis. A primeira foi um indicador de uso do equipamento, recolhido junto do responsável sob a forma de número

médio de horas, ciclos ou utilizações diárias ou semanais. Em alguns casos, particularmente na climatização, distinguiu-se os valores de uso para as várias estações do ano devido ao efeito não linear da temperatura no consumo (Moral-Carcedo & Pérez-García, 2015). Este indicador foi depois normalizado de forma a referir-se ao número de horas ou ciclos de funcionamento anuais. Adicionalmente, para os equipamentos de ar condicionado foi apontada a temperatura interior regulada, nas estações de aquecimento e arrefecimento.

A segunda variável refere-se ao consumo unitário de energia do equipamento, por hora ou ciclo de funcionamento, em kWh. Este valor foi obtido com base em quatro métodos principais que são, por ordem decrescente de fiabilidade, medição direta com o *energy monitor* (método 1), uso da potência nominal (método 2), uso da potência nominal ou máxima e ajuste com um fator de utilização (método 3), e leitura do contador de eletricidade com posterior remoção de todos os consumos estimados exceto o dos equipamentos alvo (método 4). Em adição, para usos pouco relevantes ou onde não foi possível recolher informação, foram usados valores de equipamentos semelhantes recolhidos noutros estabelecimentos (método O). Por vezes, para obter uma estimativa mais aproximada do consumo real de certos equipamentos, foi necessário conjugar dois métodos. Assim, o cálculo do consumo unitário de energia segue uma abordagem adaptável, prática e flexível (Gruber *et al.*, 2008).

A condução de medições diretas representa o método *bottom-up* ideal (Schlomann *et al.*, 2015). Assim, sempre que tecnicamente viável, este foi o método escolhido, executado durante um número de horas considerado representativo do padrão de consumo do equipamento. Para o caso particular da refrigeração, este foi sempre de pelo menos 24 horas, sendo usado um fator de 10% para ajustar o consumo de acordo com a estação (Gils, 2014). Este método apenas não foi utilizado em equipamentos inacessíveis, com ficha trifásica ou diretamente ligados ao quadro. O método 2 foi especialmente relevante na iluminação, em certos aparelhos de limpeza e em equipamentos de ventilação. Por sua vez, o terceiro método foi utilizado para alguns equipamentos de cozinha e na climatização.

No caso das unidades de ar condicionado, a estimativa do consumo foi efetuada com base nas especificações técnicas, particularmente na potência nominal. Todavia, no caso das do tipo *inverter*, ou seja que regulam o fluxo de ar de acordo com a temperatura interior, este cálculo não pode ser direto. Em alguns estabelecimentos, foram efetuadas medições da temperatura interior e exterior com um termómetro, de forma a verificar se a temperatura regulada era atingida. Na maioria dos casos, tal não aconteceu, indicando que o sistema de ar condicionado estaria a operar à potência nominal na maioria do tempo. Assim, decidiu-se que em períodos de operação curtos, com grandes diferenciais de temperatura ou com elevadas trocas de ar com áreas não climatizadas o ar condicionado funcionaria à potência nominal. Por outro lado, em espaços fechados e com as unidades ligadas durante mais de seis horas seguidas considerou-se que estas consumiriam entre 50% e 75% da potência nominal. A análise destes sistemas é uma das tarefas mais difíceis, devido à sua variedade e complexidade e à relação entre o seu desempenho e as condições meteorológicas (Gruber *et al.*, 2008).

O método 4, última maneira de estimar consumos no local, foi usado em apenas duas situações. A leitura do contador de eletricidade, no intervalo de um dia ou uma semana, permitiu identificar o consumo total nesse período de tempo. Ao subtrair a este valor o somatório de todos os outros consumos calculados, foi possível estimar o consumo do equipamento, ou conjunto de equipamentos, em falta, a que vem associado o residual.

O método O utiliza valores de equipamentos semelhantes ao do estabelecimento, tendo sido usado principalmente na categoria escritório, audiovisual e comunicação. Desta forma, evitou-se a repetição de medições em equipamentos com pouco peso no consumo total, como é o caso dos carregadores de telemóvel. Assim, o custo da recolha de dados foi sucessivamente reduzido através do uso de medições existentes (Schlomann *et al.*, 2015).

Por fim, a combinação de métodos foi importante nos radiadores a óleo, onde a potência máxima foi multiplicada por um fator de 0,84, registado durante uma medição, para estimar o seu consumo real. Também no caso dos termoacumuladores elétricos, para além da medição efetuada durante 24 horas em cada estabelecimento, foi utilizado um fator de 0,24, recolhido numa outra medição, para estimar o consumo nos dias de não funcionamento.

Na tabela 3.2, apresentam-se os valores de potência fantasma média para os equipamentos relevantes. Quando as estimativas foram efetuadas com base em medições curtas, os valores de consumo fantasma foram acrescentados. Por outro lado, quando a medição incorporou períodos superiores a 24 horas, considerou-se que já fazem parte do valor estimado.

Tabela 3.2 – Potência fantasma de equipamentos elétricos (adaptado de Lawrence Berkeley National Laboratory, 2016; Minnesota Energy Smart, 2016; Associated Electric Cooperative Inc., 2012).

| Equipamento | Potência (W) | Equipamento | Potência (W) | Equipamento | Potência (W) |
|-------------------------|--------------|---------------------|--------------|-------------------|--------------|
| Ar condicionado | 0,9 | Computador fixo | 2,62 | Microondas | 3,08 |
| Aparelhagem | 4,21 | Computador portátil | 4,67 | Modem | 2,24 |
| Amplificador | 0,27 | Ecrã de computador | 1,04 | Set-top box | 17,67 |
| Carregador de telemóvel | 0,26 | Impressora | 4,21 | Telefone sem fios | 0,98 |
| Colunas de computador | 1,79 | Máquina de café | 1,14 | Televisão | 2,56 |

Com as estimativas para cada equipamento, calculou-se o consumo anual de cada uso final e o total do estabelecimento. Adicionalmente, e de forma a compreender o peso de cada uso final em diferentes estações do ano, este procedimento foi repetido para o verão e para o inverno. O custo associado foi calculado de acordo com os preços de referência da EDP Comercial, para negócios em baixa tensão normal sem débito direto (ERSE, 2015), com IVA a 23%. Por fim, calculou-se os quatro indicadores de consumo específico do estabelecimento, dividindo o consumo anual pela área (em m²), pelo número de trabalhadores num período médio, pelo número de horas de funcionamento anuais ou pelo número de clientes anuais.

Nos estabelecimentos em que foram obtidas faturas de eletricidade, a estimativa de consumo foi comparada com o valor registado entre duas leituras reais do contador. Desta forma, o procedimento de cálculo teve de ser adaptado ao horizonte temporal específico, sendo registado o erro mínimo, máximo, médio em módulo e total, entre os vários períodos com leituras reais. Nos casos em que o erro era superior a 5%, a estimativa foi corrigida ou através da alteração de indicadores de uso que as visitas sucessivas provaram estar errados ou dos consumos estimados através dos métodos 3 e 4.

Para cada estabelecimento, calculou-se o pico de potência máximo diário, numa situação em que a maioria dos equipamentos estaria a operar simultaneamente. Este procedimento foi também efetuado para o período fora do horário de funcionamento.

Comportamento face à eficiência energética

A quarta seção da checklist de auditoria referia-se ao investimento em eficiência energética. Nesta parte, perguntou-se ao responsável se já tinha identificado e explorado alguma oportunidade de melhoria e se estava disposto a efetuar remodelações no edifício. Em adição, tentou-se avaliar o período de retorno máximo aceitável e o teto de investimento para medidas de eficiência. Por fim, o ponto cinco da checklist destinou-se a outros apontamentos e, em particular, ao registo das datas e horas das medições em equipamentos.

3.3.2 Auditoria simples

Tal como no caso das auditorias detalhadas, a seleção dos estabelecimentos a serem sujeitos a auditorias simples não seguiu nenhum critério em particular. Os únicos fatores foram a permissão do responsável e a necessidade de incorporar vários tipos de atividades.

O procedimento de auditoria simples, adiante designado de questionário, seguiu, de forma geral, o formato da checklist apresentada. No entanto, algumas questões foram eliminadas ou simplificadas e não foram recolhidos dados sobre os indicadores de uso e o consumo específico dos equipamentos. Esta modificação deveu-se à necessidade de reduzir o tempo gasto em cada visita aos estabelecimentos, bem como de uniformizar a informação obtida.

Na primeira parte da checklist, a informação recolhida limitou-se à denominação, morada, horário de funcionamento em dias úteis e ano de inauguração do estabelecimento. Através da morada, procurou-se a existência de certificados energéticos na base da ADENE.

A componente de caracterização do estabelecimento foi bastante resumida, apenas sendo recolhida informação sobre o tipo de edifício, o estatuto da empresa no espaço, a sua área e o número de trabalhadores num período médio. Como nem sempre foi possível obter um valor certo para a área, optou-se por usar como referência os valores de 30, 50, 70, 90 e 110 m².

Durante o questionário, identificou-se as fontes de energia utilizadas no espaço. Em relação à separação por usos finais, apenas foi apontado o número e tipo de equipamentos presentes.

Na iluminação, foram anotados os principais tipos de lâmpadas existentes no espaço, classificadas como incandescentes, de halogéneo, fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas e LEDs. Esta avaliação visual é um primeiro passo valioso para a análise do desempenho, não causando usualmente problemas com o proprietário (Gruber *et al.*, 2008).

O número de equipamentos de cozinha foi separado em simples, como microondas e máquinas de café, com capacidade de produzir pequenas refeições e com capacidade de produzir refeições completas. O número de equipamentos de refrigeração foi classificado em zero, entre um e dois, entre três e quatro e em cinco ou mais. Na categoria higiene e limpeza, apenas foi verificada a existência de equipamentos com consumos relevantes.

O número de equipamentos de escritório, audiovisual e comunicação foi separado entre menos de 5, entre 5 e 10 e mais de 10. Neste contexto, apenas foram considerados os aparelhos com presença permanente no estabelecimento.

No aquecimento de águas sanitárias, apenas foi verificada a existência deste uso final e a fonte de energia utilizada. Também na climatização, identificou-se a utilização destes equipamentos no estabelecimento e distinguiu-se entre ar condicionado e outros aparelhos. Por fim, verificou-se a existência de consumos de energia especializados.

Nos estabelecimentos questionados, foi procurada a presença de medidas técnicas de eficiência, semelhantes às propostas no âmbito da dissertação, efetuadas previamente pelo responsável. Em adição, foi efetuada uma tentativa de discernir o período de retorno máximo aceitável e as principais motivações e barreiras, sendo que a baixa taxa de respostas e a sua fraca qualidade inviabilizou este esforço.

A análise da informação recolhida nos questionários, em conjunção com a das auditorias detalhadas, permitiu calcular valores médios de área, número de horas de funcionamento em dias úteis, número de trabalhadores e ano de inauguração para cada categoria de estabelecimentos do bairro. Nesta fase, os dados das auditorias detalhadas tiveram de ser ajustados à resolução dos obtidos através dos questionários, de forma a serem comparáveis.

Para a amostra total de entidades visitadas e para os auditadas em particular, foram contabilizados o número total de estabelecimentos em edifícios isolados, de espaços arrendados e de certificados energéticos emitidos. Os dados gerais sobre os usos de energia, em cada categoria de estabelecimentos, permitiram comparar o conjunto de espaços auditados com a variabilidade da amostra total de visitados. Desta forma, fornecem uma indicação sobre a representatividade dos casos analisados em detalhe, no contexto do bairro.

3.4 Levantamento de medidas de eficiência

Considerações gerais

Considerando como referência os consumos de energia identificados durante as auditorias, foram propostas medidas de eficiência e de conservação de energia para cada uso final. Neste ponto, não foram avaliadas ações para a categoria equipamento especializado, devido à falta de informação disponível. O conjunto padronizado de medidas de eficiência pode ser aplicado na maioria dos pequenos estabelecimentos de comércio e serviços.

As medidas de eficiência podem ser separadas em intervenções técnicas, que requerem investimento, e comportamentais. No entanto, o aspeto comportamental é também importante para o sucesso do primeiro tipo de medidas.

Para as medidas que envolvem compra de equipamentos mais eficientes, foi efetuada uma pesquisa de mercado abrangente, seguida da seleção e hierarquização das soluções mais vantajosas. Nesta fase foram criadas três opções, nomeadamente a opção +eficiência, onde é escolhido o equipamento mais eficiente, a opção –custo, onde é escolhido o com menor investimento, e a opção mercado, onde foi calculada a média das características técnicas e dos custos de um conjunto de equipamentos considerado representativo do mercado de produtos eficientes. Esta última opção inclui as duas primeiras. A criação destas alternativas permite incorporar a variabilidade do mercado e das necessidades e preferências dos consumidores, bem como as poupanças máximas e os custos mínimos, em cada tipologia de medidas. A informação detalhada sobre as três opções de cada medida encontra-se no apêndice 3.

Outras medidas foram desenvolvidas com base na revisão de literatura, sendo que, sempre que possível, foram criadas as opções +eficiência, –custo e mercado. Quando não foi possível distinguir entre os três tipos, por não haver diferenciação entre níveis de eficiência ou custos, usou-se os valores da opção mercado para a alternativa em falta. Por vezes, a opção –custo e a +eficiência foram equivalentes, ou seja o produto mais barato é também o mais eficiente.

A avaliação da adequabilidade do tarifário contratado permitiu estimar a poupança financeira associada à sua alteração. De forma a precaver contra picos de potência inesperados e contra a instalação de novos equipamentos, foi adicionada uma margem de segurança de 100% antes de propor a redução da potência contratada. Em alguns estabelecimentos, sugeriu-se a alteração para um tarifário bi-horário, com transferência de cargas elétricas para o período de vazio. Não se tratando de medidas de eficiência, apenas foi identificada a possibilidade da sua implementação, devendo estas hipóteses ser exploradas mais aprofundadamente.

Iluminação

O primeiro conjunto de medidas foca-se na iluminação que, muitas vezes, é o alvo prioritário dos planos de eficiência. Para este uso final, foram propostas três medidas técnicas, nomeadamente substituição das lâmpadas atuais por soluções LED, uso de luz natural no

verão com instalação de um detetor crepuscular e instalação de detetores de movimento em espaços desocupados. Como tal, foi efetuada uma pesquisa de mercado para os equipamentos incluídos nestas três intervenções. Em adição, como medida puramente comportamental, foi sugerida a eliminação de consumos fora do horário de funcionamento, especialmente quando não associados a montras expositoras.

No caso das lâmpadas LED, os retalhistas incluídos na pesquisa, efetuada entre dezembro de 2015 e janeiro de 2016, foram AKI, IKEA, Leroy Merlin, Get a lamp, Robert Mauser, PMElectrónica e Virtual leds. Neste processo, foram recolhidos dados sobre o fluxo luminoso (em lúmen), tipo de casquilho, potência (em W), vida útil (em horas) e custo (em €) de cada equipamento. Posteriormente, os produtos foram separados por tipo de casquilho, sendo considerados relevantes os designados por E27, E14, GU10, GU5.3 e G13 e excluídos os restantes.

Para cada tipo de casquilho, as lâmpadas foram ordenadas por fluxo luminoso, sendo criadas categorias para mais de 1000 lumens, entre 999 e 600 lumens, entre 599 e 400 lumens e entre 399 e 200 lumens. Normalmente, as lâmpadas com mais de 600 lumens são usadas para a iluminação principal do espaço, as entre 599 e 400 lumens para a de apoio e as com menos de 400 lumens para a decorativa. Nesta seleção, também foi tido em consideração o fluxo luminoso das lâmpadas atuais do estabelecimento.

A comparação com base nos lumens permite comparar diretamente a quantidade de luz emitida (O.Ö. Energiesparverband, 2012). De seguida, dentro destes grupos, os produtos foram organizados de acordo com a sua eficiência, calculada pelo quociente entre o fluxo luminoso e a potência (O.Ö. Energiesparverband, 2012), onde os maiores valores representam os melhores desempenhos. Para cada categoria de fluxo luminoso, obteve-se a opção +eficiência, –custo e mercado.

Por fim, devido ao desconhecimento do tipo de casquilho presente na maioria dos estabelecimentos e de forma a simplificar a aplicação de medidas, os produtos com casquilho E27, E14, GU10 e GU5.3 foram agrupados (tabela 3.3). Para as lâmpadas fluorescentes tubulares, com casquilho G13, este processo foi efetuado separadamente, pois são facilmente distinguidas das restantes (tabela 3.4).

Tabela 3.3 - Características das lâmpadas LED com casquilhos E27, E14, GU10 e GU5.3 selecionadas.

| Lâmpadas LED E27, E14, GU10 e GU5.3 | Investimento (€) | | | Potência (W) | | |
|-------------------------------------|------------------|---------|--------|--------------|---------|--------|
| | +eficiência | Mercado | -custo | +eficiência | Mercado | -custo |
| Mais de 1000 lm | 9 | 6 | 4 | 10 | 12 | 12 |
| 600 a 999 lm | 7 | 8 | 3 | 6 | 8 | 10 |
| 400 a 599 lm | 6 | 5 | 3 | 4 | 6 | 5 |
| 200 a 399 lm | 6 | 4 | 1 | 2 | 4 | 5 |

Tabela 3.4 - Características das lâmpadas LED com casquilho G13 selecionadas.

| Lâmpadas LED T8/G13 | Investimento (€) | | | Potência (W) | | |
|---------------------|------------------|---------|--------|--------------|---------|--------|
| | +eficiência | Mercado | -custo | +eficiência | Mercado | -custo |
| 150 cm | 27 | 20 | 14 | 20 | 21 | 22 |
| 120 cm | 6 | 13 | 6 | 13 | 16 | 13 |
| 90 a 100 cm | 11 | 18 | 11 | 14 | 15 | 14 |
| 60 cm | 4 | 9 | 4 | 8 | 9 | 8 |

A instalação de detetores de movimento permite reduzir o número de horas de uso da iluminação em espaços normalmente desocupados. A pesquisa de mercado para estes equipamentos foi efetuada junto dos retalhistas Castro Electrónica, AKI e Robert Mauser, em janeiro de 2016. A instalação deste produto vai afetar o indicador de uso da iluminação dessa divisão, sendo a redução resultante dependente das atividades do estabelecimento (APPA & America's SBDC, 2003). Na pesquisa de mercado, foram encontrados equipamentos com custos de 6 € e 7 €, para as opções –custo e mercado, respetivamente.

Por sua vez, os detetores crepusculares medem a quantidade de luz disponível, apenas acionando a iluminação artificial quando necessário. A pesquisa de mercado para estes equipamentos foi efetuada junto dos retalhistas Castro Electrónica, Robert Mauser e Leroy Merlin, em janeiro de 2016. A instalação deste produto vai afetar o indicador de uso da iluminação dessa divisão, considerando-se que no verão fica reduzida para metade do horário de funcionamento. Este valor teve em consideração os estabelecimentos que já ajustam a iluminação artificial em função da luz natural disponível, correspondendo ao indicado por Tassou *et al.* (2011). Para este tipo de equipamentos, foram identificados produtos no mercado com custos de 4 € e 9 €, para as opções –custo e mercado, respetivamente.

Por fim, em alguns estabelecimentos, foi necessário incorporar os custos de instalação dos equipamentos, particularmente no caso dos detetores e da iluminação com casquilhos obsoletos. Assim, foi considerada uma despesa média por hora de 8 € e 10 € na contratação de um eletricista, para as opções –custo e mercado, respetivamente (Eng. José Morais, 2016). Neste contexto, considerou-se que a instalação de um detetor ou a alteração de uma luminária, por um profissional, demora meia hora.

Os acessórios adicionais requeridos para a alteração de luminárias são, por lâmpada, um *kit* conexão ou suporte, um metro de cabo e um aro e, por estabelecimento, um transformador e um rolo de fita de eletricista. A pesquisa de mercado para estes equipamentos foi efetuada junto dos retalhistas Leroy Merlin e Robert Mauser, em janeiro de 2016. O custo de acessórios adicionais foi de 4 € e 5 €, por luminária renovada, e de 5 € e 7 €, por estabelecimento, para as opções –custo e mercado, respetivamente.

Cozinha, escritório, audiovisual e comunicação

Para os usos de energia em cozinha e escritório, audiovisual e comunicação, foram propostas medidas técnicas relacionadas com a eliminação de consumos fantasma dos equipamentos. Na opção mercado, considerou-se que a instalação de blocos de tomadas com interruptor evita consumos fantasma fora do horário de funcionamento. A opção +eficiência elimina estes usos em todos os períodos exceto quando o equipamento é utilizado. Em adição, foram sugeridas medidas puramente comportamentais para evitar consumos desnecessários, onde se inclui desligar os equipamentos durante períodos de não funcionamento.

Assim, para estes usos finais de energia o único investimento necessário refere-se à compra de blocos de tomadas com interruptor. Para este equipamento, a pesquisa de mercado, realizada em janeiro e fevereiro de 2016, abrangeu os retalhistas AKI, Leroy Merlin e Continente. O custo de um bloco com três ou quatro tomadas foi de 2 € e 6 €, para a opção – custo e mercado, respetivamente. No caso dos blocos de cinco ou seis tomadas, o custo foi de 4 €, para a opção –custo, e 8 €, para a opção mercado.

Refrigeração

As medidas de eficiência técnicas propostas para a refrigeração incluem a substituição dos equipamentos atuais por outros mais eficientes e a instalação de portas de vidro em móveis refrigerados abertos. Por outro lado, as intervenções puramente comportamentais focaram-se em desligar equipamentos desnecessários, durante períodos de férias prolongados, e em melhorar a manutenção das arcas de congelação.

Para as ações técnicas, foi efetuada uma pesquisa de mercado, entre janeiro e fevereiro de 2016, junto dos retalhistas Worten, Jumbo, Ponto Frio, Electro Neves, Vale do Paiva, MCC-Electro, In Figueira House, VIPrice, Prinfor, Brilato, MHR, ABN e Electronic star. No caso de alguns equipamentos de tipologia comercial/hoteleira, não foi possível comparar os existentes com os mais eficientes, devido à falta de informação disponível no mercado.

Os equipamentos para os quais se propôs substituição por alternativas mais eficientes foram pequenos frigoríficos, com capacidade bruta inferior a 150 litros e sem congelador, frigoríficos combinados, com capacidade útil entre 300 e 399 litros, expositores verticais de bebidas, com capacidade até 99 garrafas de 0,75 litros e com capacidade para mais de 100, e arcas de congelação horizontais, com capacidade líquida entre 200 e 299 litros e com capacidade líquida superior a 400 litros. Na tabela 3.5, apresentam-se o investimento e o consumo anual destes equipamentos, separados de acordo com as três opções criadas.

Os parâmetros relacionados com a instalação de portas de vidro em móveis refrigerados abertos, basearam-se na revisão de literatura. PERIFEM & ADEME (2008) e Schmidt (2007), *vide* Evans (2014), sugerem poupanças máximas de 50% com a implementação desta ação, em condições não laboratoriais, sendo este valor utilizado para a opção +eficiência. Para as outras duas opções, foi considerada uma poupança de 38% calculada com base nos valores

médios de PERIFERM & ADEME (2008) e de Rhiemeier *et al.* (2009), *fide* Evans (2014). Se o móvel já tiver instaladas cortinas para limitar o consumo de energia fora do horário de funcionamento, a poupança será 9% inferior aos valores anteriormente referidos, em zonas climáticas semelhantes à de Portugal (PECI & EnergySmart Grocer, 2011).

O custo da medida baseou-se em PECI & EnergySmart Grocer (2011). De forma a considerar as diferenças de custos nos EUA e em Portugal, foi usado o índice de poder de compra local. O poder de compra local em Portland (cidade sede da instituição responsável pelo estudo) é 71% superior a Lisboa (NUMBEO, 2016). Assim, o investimento na opção –custo é de 336 € por metro de comprimento do armário refrigerado, incluindo os componentes associados à porta de vidro e a sua instalação. Para as outras duas opções, o investimento é de 489 € por metro, incluindo os elementos referidos anteriormente e a renovação de alguns componentes de refrigeração. Estes custos são semelhantes aos referidos por Galvez-Martos *et al.* (2013).

Tabela 3.5 – Consumo anual e investimento para os equipamentos de refrigeração selecionados.

| Equipamento | Investimento (€) | | | Consumo anual (kWh) | | |
|-----------------------|------------------|---------|--------|---------------------|---------|--------|
| | +eficiência | Mercado | -custo | +eficiência | Mercado | -custo |
| Pequeno frigorífico | 138 | 231 | 125 | 62 | 76 | 88 |
| Combinado A+++ | 685 | 629 | 560 | 149 | 157 | 161 |
| Combinado A++ | 540 | 407 | 320 | 217 | 228 | 219 |
| Combinado A+ | 286 | 390 | 278 | 238 | 280 | 265 |
| Expositor (<99) | 679 | 430 | 299 | 145 | 170 | 151 |
| Expositor (>100) | 933 | 1 329 | 933 | 128 | 167 | 128 |
| Arca (200 a 299) A+++ | 712 | 748 | 712 | 117 | 127 | 117 |
| Arca (200 a 299) A++ | 345 | 342 | 312 | 169 | 184 | 175 |
| Arca (200 a 299) A+ | 224 | 243 | 207 | 211 | 231 | 224 |
| Arca (>400) A+++ | 842 | 842 | 842 | 175 | 175 | 175 |
| Arca (>400) A++ | 720 | 761 | 720 | 247 | 261 | 247 |
| Arca (>400) A+ | 379 | 484 | 305 | 305 | 351 | 342 |

Em estabelecimentos com períodos de férias prolongados, propôs-se serem esvaziados e desligados alguns equipamentos de refrigeração. Dado que estes estariam permanentemente fechados, a poupança é 20% inferior ao seu consumo normal (Gils, 2014).

A outra medida comportamental refere-se à melhoria das práticas de manutenção das arcas de congelação horizontais, aumentando a sua frequência de descongelação das duas vezes por ano atuais para três vezes por ano. Esta ação foi proposta após a repetição da medição dos valores de consumo para três arcas, antes e depois do processo de descongelação, revelar

que as arcas sem gelo consomem, em média, menos 2,5% e, no máximo, menos 5,5% energia que as com gelo acumulado. Estas poupanças derivadas na manutenção de equipamentos encontram-se na gama das sugeridas por Npower Limited (2013).

Assim, considerou-se que, após a limpeza, uma arca demora cerca de 2 meses a acumular gelo. Nesse período, a energia consumida é 2,5%, no caso da opção mercado, e 5,5%, no caso da opção +eficiência, inferior à situação de referência. Esta medida não requer investimento, estando dependente do responsável pelo estabelecimento.

Higiene e limpeza

Para os equipamentos de higiene e limpeza, só foi possível propor uma medida técnica, nomeadamente a substituição de máquinas de lavar roupa por modelos mais eficientes. Tal deve-se ao reduzido número de equipamentos nos estabelecimentos auditados e ao facto das duas máquinas de lavar louça analisadas serem ou muito eficientes ou de tipologia comercial. Neste último caso, não existe informação sistemática disponível no mercado.

Para as máquinas de lavar roupa com rótulo A+++, foi efetuada uma pesquisa de mercado, em fevereiro de 2016, junto dos retalhistas Electro Neves e In Figueira House. Para estes equipamentos, o consumo por ciclo e o investimento encontram-se na tabela 3.6. Em adição, o consumo por ciclo é diferenciado por programa de lavagem, sendo que o ciclo 1 corresponde a 60°C em plena carga, o ciclo 2 a 60°C em carga parcial e o ciclo 3 a 40°C em carga parcial. A escolha da capacidade de carga e ciclo de lavagem baseou-se nos equipamentos existentes nos estabelecimentos.

Tabela 3.6 – Consumo por ciclo e investimento para os equipamentos de higiene e limpeza selecionados.

| Equipamento | Investimento (€) | | | Consumo por ciclo (kWh) | | |
|-------------------|------------------|---------|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | +eficiência | Mercado | -custo | +eficiência | Mercado | -custo |
| Capacidade 7,0 kg | 300 | 331 | 242 | 1 – 0,600 2 – 0,480 3 – 0,390 | 1 – 0,769 2 – 0,591 3 – 0,521 | 1 – 0,940 2 – 0,635 3 – 0,585 |
| Capacidade 8,0 kg | 563 | 410 | 294 | 1 – 0,536 2 – 0,336 3 – 0,336 | 1 – 0,656 2 – 0,487 3 – 0,488 | 1 – 0,887 2 – 0,517 3 – 0,521 |
| Capacidade 9,0 kg | 575 | 444 | 341 | 1 – 0,640 2 – 0,340 3 – 0,340 | 1 – 0,806 2 – 0,564 3 – 0,482 | 1 – 1,002 2 – 0,602 3 – 0,585 |

Aquecimento de águas sanitárias

Para o uso final aquecimento de águas sanitárias, foi proposta a instalação de sistemas solares térmicos do tipo termossifão. Estes equipamentos foram sugeridos em todos os estabelecimentos com água quente sanitária, não sendo avaliada em detalhe a sua viabilidade. Como medida puramente comportamental, sugeriu-se desligar os termoacumuladores elétricos durante períodos de férias prolongados.

A pesquisa de mercado de sistemas solares térmicos de termossifão foi efetuada em janeiro de 2016, incluindo os retalhistas In Figueira House, Electro Neves, Vale do Paiva, Leroy Merlin, Prinfor, Netkuatro, Hidrofase, Obras360, Pacific shop, JMSilva e SANILUZ. Os equipamentos foram separados de acordo com a sua capacidade, em litros, sendo seleccionadas as melhores soluções para as opções –custo e mercado (tabela 3.7). Os custos apresentados incluem o produto principal, os acessórios necessários (vaso de expansão, misturadora termostática, resistência e líquido solar) e a instalação.

Tabela 3.7 – Investimento associado à compra e instalação de sistemas solares térmicos do tipo termossifão.

| Equipamento | Investimento (€) | | |
|------------------|------------------|---------|--------|
| | +eficiência | Mercado | -custo |
| Capacidade 100 L | 1 572 | 1 572 | 1 299 |
| Capacidade 150 L | 1 771 | 1 771 | 1 449 |
| Capacidade 200 L | 1 970 | 1 970 | 1 546 |

Na opção +eficiência, considerou-se que a instalação de um sistema solar térmico elimina 80% do consumo de energia da fonte original para aquecimento de águas sanitárias (BCSD Portugal & ISR Universidade de Coimbra, 2005). Para as outras duas opções, foi considerado um valor mais conservativo de 70% (IA, 2011). No cenário em que os termoacumuladores elétricos são desligados durante períodos de férias prolongados, considerou-se que o consumo evitado é semelhante ao medido ou calculado para os dias de não funcionamento.

Climatização

Na climatização de espaços, foram propostas três medidas técnicas para reduzir o consumo de energia, nomeadamente reabilitação da vertente construtiva, uso de ventilação natural e substituição dos equipamentos atuais por unidades de ar condicionado eficientes. O primeiro tipo de intervenções foi proposto para edifícios onde a necessidade de climatização se deve, principalmente, a cargas externas, enquanto o segundo tipo é adequado para espaços onde as cargas internas têm um papel mais significativo. Em relação a ações comportamentais, calculou-se a poupança com a otimização das temperaturas de operação do ar condicionado.

Os parâmetros relacionados com a reabilitação da vertente construtiva basearam-se em Lopes & Melo (2011). Estes autores sugerem, para edifícios construídos entre 1960 e 1985, o isolamento ETICS com EPS das paredes externas, com um custo associado de 50 €/m², e a substituição dos envidraçados atuais por janelas com vidros duplos, com um custo associado de 340 €/m² (CYPE *fide* Lopes & Melo, 2011).

Em edifícios mais recentes, apenas é proposta a instalação de uma janela de alumínio com vidro simples a 10 cm da existente, com um custo associado de 300 €/m² (Lopes & Melo,

2011). Para todos os edifícios posteriores a 1960, com teto em contato com o exterior, sugerem o isolamento do tapete horizontal com XPS, a que se associa um custo de 27 €/m² (Lopes & Melo, 2011). As medidas específicas aplicáveis a cada estabelecimento, bem como o investimento correspondente, basearam-se na idade do edifício, nas características do espaço e nas suas áreas de fachada, envidraçado e teto.

Lopes & Melo (2011) afirmam que as poupanças energéticas em climatização são de 27% do consumo no cenário de referência, para os edifícios residenciais portugueses. Dado que a maioria dos estabelecimentos de pequeno comércio e serviços se encontram neste tipo de edifícios, este valor pode ser transposto com um certo grau de confiança. Também BPIE (2011) afirma que as medidas de renovação a implementar no setor não-doméstico são semelhantes às destinadas ao setor residencial.

O uso de ventilação natural foi proposto para estabelecimentos com grandes cargas térmicas internas e que requerem arrefecimento durante longos períodos de tempo. O aumento do fluxo do ar exterior faz-se através da instalação de uma abertura junto ao solo e outra junto ao teto, em portas ou janelas localizadas em direções opostas do espaço, com portas de correr e possível adição de grades de segurança.

Dada a inexistência de dados sobre os custos deste tipo de intervenção, considerou-se um orçamento máximo de 200 €, para a opção –custo, e de 300 €, para as outras duas. Na opção +eficiência, considerou-se que esta medida elimina toda a necessidade de operar a unidade de ar condicionado fora do horário de funcionamento. Nas outras duas opções, a energia consumida durante este período é reduzida para 20% da situação atual.

Para a substituição dos equipamentos de climatização por unidades de ar condicionado mais eficientes, foi efetuada uma pesquisa de mercado em fevereiro de 2016. Os retalhistas incluídos foram Leroy Merlin, Electro Neves, In Figueira House, Audilar, Prinfor e Vale do Paiva. Os equipamentos foram separados, de forma sequencial, por tipo, por capacidade de arrefecimento e por rótulo energético no arrefecimento.

De seguida, foram ordenados de acordo com o seu valor da relação de eficiência energética sazonal (SEER), no arrefecimento, sendo também registado o valor do coeficiente de desempenho sazonal (SCOP), no aquecimento. No entanto, devido ao facto das unidades presentes nos estabelecimentos não exibirem estes indicadores e à necessidade dos produtos alternativos serem comparáveis, calculou-se o índice de eficiência energética (EER) e o coeficiente de desempenho energético (COP).

O EER é a razão entre a capacidade de arrefecimento e a potência elétrica consumida, enquanto COP é a mesma razão para o aquecimento (Bertoldi & Atanasiu, 2011). Com estes valores, foram selecionadas os equipamentos para cada tipo de ar condicionado, capacidade de arrefecimento e rótulo energético (tabela 3.8). No valor de investimento apresentado, já se encontram incluídos os custos de instalação e dos acessórios que foram considerados

necessários. O cálculo da poupança energética alcançável, através da substituição da unidade atual, foi efetuado com os valores de EER e COP.

Tabela 3.8 – Características técnicas das unidades de ar condicionado selecionadas e investimento.

| Equipamento | Investimento (€) | | | EER | | | COP | | |
|---------------------|------------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Mono. 2,0-3,4, A+ | 581 | 617 | 581 | 3,4 | 3,1 | 3,4 | 3,4 | 3,3 | 3,4 |
| Mono. 2,0-3,4, A++ | 1 092 | 855 | 543 | 4,7 | 3,9 | 3,2 | 4,7 | 4,1 | 3,6 |
| Mono. 2,0-3,4, A+++ | 2 183 | 1 212 | 934 | 6,0 | 5,2 | 4,6 | 5,8 | 5,2 | 4,2 |
| Mono. 3,5-4,9, A+ | 681 | 659 | 624 | 3,4 | 3,1 | 3,1 | 3,6 | 3,5 | 3,7 |
| Mono. 3,5-4,9, A++ | 1 383 | 957 | 649 | 4,1 | 3,6 | 3,0 | 4,8 | 3,9 | 3,3 |
| Mono. 3,5-4,9, A+++ | 2 383 | 1 708 | 1 079 | 5,2 | 4,8 | 4,4 | 5,1 | 5,4 | 5,7 |
| Mono. 5,0-6,4, A | 862 | 862 | 862 | 2,9 | 2,9 | 2,9 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Mono. 5,0-6,4, A+ | 1 703 | 1 214 | 944 | 3,4 | 3,3 | 3,3 | 3,7 | 3,4 | 3,3 |
| Mono. 5,0-6,4, A++ | 1 290 | 1 418 | 1 073 | 3,9 | 3,5 | 3,3 | 4,1 | 3,9 | 3,6 |
| Mono. 5,0-6,4, A+++ | 3 073 | 3 073 | 3 073 | 4,2 | 4,2 | 4,2 | 4,6 | 4,6 | 4,6 |
| Mono. 6,5-8,0, A | 2 773 | 1 900 | 1 026 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Mono. 6,5-8,0, A+ | 1 158 | 1 729 | 1 158 | 3,4 | 3,2 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,4 |
| Mono. 6,5-8,0, A++ | 1 173 | 1 284 | 1 173 | 3,6 | 3,2 | 3,6 | 3,8 | 3,5 | 3,8 |
| Multi. 2,5+2,5, A+ | 2 103 | 1 903 | 1 353 | 4,8 | 3,9 | 3,4 | 5,0 | 4,3 | 3,6 |
| Multi. 2,5+3,5, A+ | 2 103 | 2 037 | 1 653 | 4,3 | 3,6 | 3,4 | 4,7 | 4,1 | 3,6 |
| Multi. 3,5+3,5, A+ | 2 853 | 2 853 | 2 853 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 4,2 | 4,2 | 4,2 |
| Cass. 3,5-4,9, A++ | 1 653 | 1 703 | 1 653 | 3,3 | 3,2 | 3,3 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| Cass. 5,0-6,4, A++ | 1 653 | 1 653 | 1 653 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| Cass. 6,5-8,0, A++ | 2 053 | 2 053 | 2 053 | 3,1 | 3,1 | 3,1 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |

Nota: mono. indica equipamento do tipo *monosplit*, multi. indica do tipo *multisplit* e cass. indica do tipo cassete de teto; 2,0-3,4 representa potência no arrefecimento entre 2,0 e 3,4 kW, 3,5-4,9 representa entre 3,5 e 4,9 kW, 5,0-6,4 representa entre 5,0 e 6,4 kW, 6,5-8,0 representa entre 6,5 e 8,0 kW, 2,5+2,5 representa potência de arrefecimento combinada de 2,5 kW + 2,5 kW, 2,5+3,5 representa de 2,5 kW + 3,5 kW e 3,5+3,5 representa 3,5 kW + 3,5 kW; letra A é o rótulo energético no arrefecimento.

A principal medida comportamental proposta na climatização foi a adoção de boas práticas na regulação da temperatura do ar interior nas unidades de ar condicionado. De forma a calcular as poupanças alcançáveis entre a situação atual e a otimizada, foi necessário estimar os ganhos e perdas térmicas, na estação de aquecimento e na de arrefecimento, para ambos os cenários.

Neste contexto, o termo ganho apresenta sinal positivo, representando adição de calor ao espaço interior, enquanto o termo perda apresenta sinal negativo, representando subtração de calor ao espaço interior. Sem contar com este pormenor, que obrigou à reformulação de algumas equações, o método seguido foi, de forma geral, uma simplificação do proposto por Aelenei (2009). Esta metodologia, que se descreve no apêndice 4, foi adaptada aos espaços em estudo e foram usados os valores recolhidos durante as auditorias.

As temperaturas atmosféricas exteriores foram retiradas das normais climatológicas, entre 1981 e 2010, para a região de Lisboa (IPMA, 2016). Para a estação de arrefecimento, considerou-se a média das temperaturas máximas diárias para o mês de agosto, que é 28,3°C (IPMA, 2016), visto ser durante este período do ano e do dia que os equipamentos de ar condicionado funcionam mais tempo. Por sua vez, para a estação de aquecimento, e pelas

mesmas razões, considerou-se a média das temperaturas mínimas diárias para o mês de janeiro, que é 8,3°C (IPMA, 2016). As temperaturas reguladas para o ar interior, na situação inicial, foram fornecidas pelos responsáveis dos estabelecimentos. Para a situação otimizada usou-se as temperaturas do ar estabelecidas nas condições de conforto de referência de 20°C, na estação de aquecimento, e 25°C, na estação de arrefecimento (Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, 2006).

Somado o valor de ganhos ou perdas térmicas totais, para as estações de arrefecimento e de aquecimento, foi possível calcular o potencial de poupança associado às boas práticas na operação do ar condicionado. Nesta fase, calculou-se, para cada estação, a diferença entre os ganhos ou perdas térmicas totais da situação inicial e da situação otimizada. Assim, obteve-se a quantidade de calor que deixa de ser necessário remover, no verão, ou adicionar, no inverno, para atingir a temperatura do ar interior na situação otimizada, em comparação com a inicial. O valor percentual destas diferenças, face ao total das situações iniciais de cada estação, corresponde à fração do consumo de eletricidade que é possível evitar através do ajuste da temperatura regulada para os valores das melhores práticas. Com este método, foi também possível analisar a influência de fontes de calor no consumo para climatização, assim como a poupança associada à sua remoção.

O cálculo dos ganhos e perdas térmicas no espaço permitiu avaliar se o sistema de ar condicionado existente se encontra corretamente dimensionado. Esta informação foi utilizada quando se propôs a substituição do equipamento de climatização por uma unidade eficiente. Em adição, a comparação entre os ganhos térmicos internos e externos foi a base para a decisão de propor medidas de isolamento térmico ou de ventilação natural.

Este método, adaptado de Aelenei (2009) e modificado para o propósito, foi a melhor forma encontrada de estimar, com relativa fiabilidade, as poupanças associadas ao ajuste da temperatura do ar interior para níveis de boas práticas. Neste contexto, assume-se que, na situação inicial, a temperatura selecionada para o espaço acabaria por ser atingida. O facto de este não ser sempre o caso, aliado à existência de fatores não considerados ou simplificados no cálculo, pode prejudicar a qualidade das estimativas. No entanto, dado o resultado final se tratar de uma diferença entre duas situações calculadas pelo mesmo método, onde apenas se altera uma variável, é possível que estes fatores de erro se anulem.

3.5 Cálculo dos potenciais de poupança à escala dos estabelecimentos

3.5.1 Por estabelecimento

O conjunto de medidas de eficiência desenvolvido, com as opções +eficiência, mercado e – custo, foi aplicado aos estabelecimentos analisados, conforme adequado. Para cada intervenção, ao nível dos equipamentos individuais, calculou-se o investimento e a poupança

elétrica e financeira associada. O valor monetário atribuído às economias de energia foi igual ao usado na estimativa de consumo anual, no cenário de referência.

Com o valor de investimento e a poupança financeira anual, calculou-se o período de retorno do investimento para cada medida e equipamento. O período de retorno simples ignora a diminuição do valor do dinheiro, ao longo do tempo (AccountingExplained, 2013). Esta limitação é principalmente importante para medidas de eficiência com retorno a longo prazo. Assim, usou-se o período de retorno descontado, sendo que, para cada ano, o fluxo de caixa descontado é dado pela equação 1 (AccountingExplained, 2013). Nesta expressão, i é a taxa de desconto selecionada e n é o ano a que o fluxo de caixa se refere (AccountingExplained, 2013).

$$\text{Fluxo de caixa descontado} = \frac{\text{Fluxo de caixa}}{(1+i)^n} \quad (\text{Equação 1})$$

O primeiro momento, onde é efetuado o investimento e o fluxo de caixa é negativo, é considerado o ano zero. O somatório cumulativo do fluxo de caixa descontado é comparado com o investimento inicial, sendo o período de retorno calculado através da equação 2 (AccountingExplained, 2013). Nesta expressão, A é o último ano com um fluxo de caixa cumulativo negativo, B é o valor absoluto do fluxo de caixa descontado cumulativo no ano A e C é o fluxo de caixa descontado no ano após A (AccountingExplained, 2013).

$$\text{Período de retorno descontado} = A + \frac{B}{C} \quad (\text{Equação 2})$$

A seleção da taxa de desconto é um passo importante para a avaliação dos projetos de eficiência, influenciando as potenciais poupanças financeiras (Oikonomu *et al.*, 2009). Este fator é afetado pelo risco do investimento e pela rentabilidade da intervenção (Sreedharan, 2013). No âmbito do estudo, a taxa de desconto principal foi fixada em 7%, com base na taxa supletiva de juros moratórios relativos a créditos de que sejam titulares empresas comerciais, em vigor no 1º semestre de 2016, de acordo com Aviso n.º 890/2016 da Direção-Geral do Tesouro e Finanças. Este valor, semelhante ao usado por Fraunhofer ISI *et al.* (2009) nos seus cenários com intensidade política superior à referência, considera uma visão otimista, onde os benefícios reais da eficiência energética são reconhecidos pelo investidor. Os resultados apresentados referem-se sempre aos cálculos efetuados de acordo com esta taxa de desconto de 7%, exceto quando é explicitamente mencionado outro valor.

De forma a avaliar o impacto de uma taxa de desconto superior, que considera as barreiras existentes ao investimento na perspectiva do proprietário do estabelecimento, também foi usado o valor de 14% (Fleiter *et al.*, 2012a). Outros valores que poderiam ter sido utilizados são de 3% a 4%, na perspectiva da sociedade, e de 10% a 12%, para o setor dos serviços como um todo (PwC *et al.*, 2014; CE, 2014g). De referir que, no PPEC, a taxa de desconto utilizada é de 5% (ERSE, 2013b).

A seleção das medidas de eficiência viáveis, para as três opções criadas, para as duas taxas de desconto e para cada estabelecimento auditado, foi efetuada através do período de retorno

descontado, sendo definidos quatro tipos de potenciais de poupança. Os dois primeiros são o técnico, que inclui todas as ações independentemente dos custos, e o económico, que exclui as com período de retorno descontado superior a 15 anos. Os outros tipos de potenciais definidos foram o com rentabilidade média e o com rentabilidade alta, onde apenas são aceites medidas com períodos de retorno descontado inferiores a seis e a três anos, respetivamente. Assim, este último potencial é o que deve ser primeiramente explorado pelos responsáveis dos estabelecimentos.

Como resultado deste procedimento, em cada estabelecimento, obteve-se os quatro tipos de potenciais de poupança elétrica e financeira, para as três opções criadas nas medidas de eficiência e para as duas taxas de desconto. Estes valores foram ajustados de acordo com os indicadores de consumo específico, resultando nas poupanças possíveis por área, por número de trabalhadores num período médio, por número de horas de funcionamento anuais e por número de clientes anuais.

Em adição, foi calculado o peso de cada uso final nos potenciais de poupança totais e no investimento associado. Ainda a este nível, foram calculados, individualmente, os quatro tipos de potenciais para cada uso final e foi avaliado o peso das medidas puramente comportamentais. A comparação entre os resultados, calculados com taxas de desconto diferentes, permite avaliar o efeito real deste fator na implementação de medidas de eficiência.

Para simplificar a análise posterior dos dados, as três opções foram fundidas numa única, denominada opção ponderada, onde foi atribuído um peso de 50% à opção mercado, de 25% à opção +eficiência e de 25% à opção –custo. Desta maneira, em cada estabelecimento, obteve-se um valor único, absoluto ou em relação ao consumo anual, de economias de energia e de investimento para cada tipo de potencial. Os resultados apresentados referem-se sempre à opção ponderada, exceto quando é explicitamente mencionada outra opção.

3.5.2 Por categoria de estabelecimentos

Para cada categoria dos 13 estabelecimentos auditados, calculou-se o valor médio e o desvio padrão do consumo de energia anual, do custo financeiro associado e dos indicadores de intensidade. Este procedimento foi também efetuado para os vários usos finais, sendo, em adição, calculado o seu peso médio no consumo total.

Após a definição do consumo de referência, para cada categoria de estabelecimentos, foram calculados os valores médios e o desvio padrão para os quatro potenciais de poupança, com taxa de desconto de 7%. Este procedimento foi efetuado para a poupança elétrica em cada uso final e no consumo total, em termos absolutos e relativos, para o investimento nos vários usos finais e total, para os indicadores de consumo específico, para a poupança financeira total e para o peso das medidas comportamentais. No caso dos resultados obtidos com taxa de desconto de 14%, apenas foram calculados os valores médios e o desvio padrão para a poupança elétrica total, em termos absolutos e relativos, e para o investimento total, nas quatro

tipologias de potenciais. Nesta fase, ainda foram diferenciadas as opções +eficiência, mercado e –custo, sendo, no entanto, dada mais relevância à opção ponderada.

Para cada categoria de estabelecimentos, tipo de potencial e apenas para a opção ponderada, foi calculado o custo unitário médio por consumo de eletricidade evitado, durante a vida útil das medidas, e o respetivo desvio padrão. Este indicador é o resultado do quociente entre investimento e poupança elétrica anual, multiplicado pelo número médio de anos de vida útil do potencial, sendo apresentado em €/kWh evitado.

O período de vida útil médio das medidas de eficiência foi definido de acordo com a ERSE (2013b), para cada uso final, com a exceção da instalação de blocos de tomadas com interruptor (tabela 3.9). Neste último caso, visto não existirem valores de referência na literatura, o valor adotado resultou da experiência pessoal. Em adição, não foi efetuada distinção entre intervenções técnicas e comportamentais. Conhecendo o peso de cada uso final nos potenciais de poupança, bem como a persistência média das medidas, calculou-se o período de vida útil médio para cada tipo de potencial, em cada categoria.

Tabela 3.9 – Período de vida útil médio das medidas de eficiência aplicáveis a cada uso final (adaptado de ERSE, 2013b).

| Uso final | Vida útil média (anos) |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Iluminação | 8 |
| Cozinha | 8 |
| Refrigeração | 15 |
| Higiene e limpeza | 12 |
| Escritório, audiovisual e comunicação | 8 |
| Aquecimento de águas sanitárias | 20 |
| Climatização | 20 |

Durante a caracterização do bairro de Telheiras, calculou-se o peso de cada categoria estudada no número total de estabelecimentos de pequeno comércio e serviços incluídos no âmbito do estudo. Estes valores permitiram a repetição do procedimento de cálculo de potenciais de poupança para a categoria comércio a retalho e para um pequeno estabelecimento médio.

A categoria comércio a retalho engloba o comércio geral e de produtos refrigerados, sendo os resultados calculados pela média ponderada entre estas duas categorias, de acordo com a sua distribuição em Telheiras. Assim, são apresentados valores de consumo, poupança e investimento médios para todos os estabelecimentos de comércio a retalho.

A tipologia pequeno estabelecimento de comércio e serviços médio engloba todas as categorias analisadas, atribuindo-se a cada uma, no cálculo de valores médios, o seu peso no número total de entidades de Telheiras. Assim, são apresentados valores de consumo, poupança e investimento médios para todos os pequenos estabelecimentos de comércio e serviços.

3.6 Extrapolação dos potenciais de poupança para a escala do bairro

Usando como base os resultados à escala das categorias de estabelecimentos, estimou-se o consumo de eletricidade de referência, para o setor do pequeno comércio e serviços de Telheiras. De seguida, extrapolou-se as economias elétricas e financeiras, anuais e cumulativas, em cada tipo de potencial, bem como o investimento associado à sua exploração.

Este procedimento foi primeiramente efetuado para cada categoria analisada, sendo depois somadas para se obter os valores totais do bairro. Nesta fase, a resolução de alguns dos dados provenientes das auditorias detalhadas foi adaptada ao nível recolhido durante os questionários.

A extrapolação dos resultados foi efetuada por quatro indicadores distintos, nomeadamente através do número de estabelecimentos, da área, do número anual de horas de funcionamento em dias úteis e do número médio de trabalhadores por período. De seguida, calculou-se o valor médio e o desvio padrão entre as abordagens utilizadas. Assim, o procedimento usado segue uma metodologia *bottom-up*, baseando-se numa variável de atividade e num valor uniforme de poupança por caso (Schlomann *et al.*, 2015).

3.7 Extrapolação dos potenciais de poupança para a escala nacional

Em primeiro lugar, caracterizou-se o setor do pequeno comércio e serviços no contexto nacional. A dimensão do seu consumo de eletricidade, dentro da procura de eletricidade total de Portugal, e as poupanças foram calculadas por dois métodos que depois foram comparados. Sabendo os tempos de vida útil médios dos potenciais, estimou-se as economias cumulativas de eletricidade. Variando a metodologia, as poupanças atingidas podem ser muito diferentes (Schlomann *et al.*, 2015).

O primeiro, de cariz *top-down*, usou os valores de poupança relativa para cada categoria de estabelecimentos e as estatísticas de consumo de eletricidade em baixa tensão de 2014, disponibilizadas pela DGEG (2015a, 2015b), por tipo de consumo e por atividade económica. O comércio a retalho é identificado pela divisão 47 da CAE Rev.3, a restauração pela 56 e as associações culturais pelas 90, 93 e 94 (INE, 2007). A categoria gráfica não foi usada para a extrapolação para a escala nacional. Por sua vez, a categoria saúde e beleza inclui as divisões 75, 86 e parte da 96 (INE, 2007). Esta última é denominada de outras atividades de serviços pessoais, o que engloba, para além de cabeleireiros e institutos de beleza, outros tipos não analisados no âmbito do estudo e com consumos intensivos de energia (eg. serviços funerários, lavandarias e engomadoras).

Quando os dados energéticos não são recolhidos na resolução desejada, torna-se necessário inferior através de dados de escala superior e de outros indicadores relevantes (Baynes *et al.*, 2011). Assim, na ausência de estatísticas de consumo de eletricidade mais detalhadas, o valor associado à divisão 96 da CAE Rev.3 foi desagregado de acordo com o peso dos

fornecimentos e serviços externos das várias classes no total da divisão. Este indicador foi o único encontrado que, de certa forma, se encontra relacionado com o consumo de eletricidade. Os cabeleireiros e institutos de beleza têm um peso de 37% nos fornecimentos e serviços externos da divisão 96 (INE, 2016), sendo este valor transposto para o consumo de eletricidade. Também o VAB desta classe é de cerca de 36% do total da divisão (INE, 2016).

O segundo método, de cariz *bottom-up*, parte dos consumos de eletricidade calculados para cada categoria à escala do bairro. Estes valores médios foram multiplicados pelo número nacional de trabalhadores, em empresas com menos de 10 pessoas ao serviço, em cada categoria definida (tabela 3.10). Visto estas estatísticas serem mais detalhadas que as de consumo de energia, foi possível incluir apenas as divisões, classes ou subclasses da CAE Rev.3 respeitantes ao tipo de estabelecimentos analisados (INE, 2016).

No caso do comércio a retalho, dada a variedade do setor, continuou a ser usada a divisão 47. A restauração inclui apenas as subclasses 56101 e 56301, devido ao elevado consumo específico dos casos auditados e ao teto estabelecido pelas estatísticas de consumo de eletricidade para a divisão. As associações culturais continuam a englobar as divisões 90, 93 e 94. Por fim, a categoria saúde e beleza refere-se às divisões 75 e 86 e à classe 9602. No contexto nacional, as categorias definidas empregam 15% da população ativa (INE, 2016).

Tabela 3.10 – Número de trabalhadores no escalão com menos de 10 pessoas ao serviço em 2014 em Portugal (adaptado de INE, 2016).

| Categoria | Comércio a retalho | Restauração | Saúde e beleza | Associação cultural |
|--------------------|--------------------|-------------|----------------|---------------------|
| Nº de trab. | 217 642 | 77 839 | 139 236 | 34 584 |

As poupanças anuais obtidas foram comparadas ao consumo de eletricidade do setor não-doméstico e ao total nacional do ano 2014. Esta extrapolação para a escala nacional não tenciona ser uma estimativa estatisticamente relevante. Desta forma, trata-se apenas duma demonstração da importância do setor do pequeno comércio e serviços, no contexto da procura nacional de eletricidade, e duma avaliação grosseira, mas baseada em dados reais, das possíveis economias através da melhoria da eficiência energética.

4. Resultados

4.1 Escala dos estabelecimentos

4.1.1 Por estabelecimento

Os resultados completos das auditorias encontram-se no apêndice 5, com uma ficha individual para cada estabelecimento. Nestas, descreve-se em detalhe o consumo de eletricidade por uso final e por equipamento no ano de referência, as medidas de eficiência selecionadas, o potencial técnico e o potencial com rentabilidade alta e o investimento associado.

Na tabela 4.1, apresentam-se as características energéticas dos estabelecimentos auditados, separados de acordo com a categoria da sua atividade principal. A despesa anual em eletricidade inclui os custos associados ao consumo, à potência contratada e ao IVA a 23%. De referir, que em nenhum destes espaços foi identificada a presença de usos finais baseados em gás natural ou noutras formas de energia. Assim, o valor absoluto anual e os indicadores de consumo específico referem-se apenas à eletricidade. Para os oito estabelecimentos onde foram obtidas faturas de eletricidade, o erro de balanço médio, em módulo, foi de 2%.

Tabela 4.1 - Características energéticas dos 13 estabelecimentos auditados detalhadamente no bairro de Telheiras.

| Categoria | Estabelec. | Custo (€/ano) | Consumo (MWh/ano) | Indicadores de consumo específico | | | |
|--------------------------|---------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | | | $\frac{kWh}{m^2 \cdot ano}$ | $\frac{MWh}{trab. ano}$ | $\frac{kWh}{hora func.}$ | $\frac{kWh}{cliente}$ |
| Comércio geral | P. Vinho | 619 | 2,5 | 32 | 1,7 | 1,2 | 0,9 |
| | Jardim T. | 605 | 2,5 | 49 | 1,2 | 0,8 | 0,4 |
| | Ludicenter | 485 | 1,9 | 31 | 1,9 | 0,8 | 1,7 |
| | Bike Check | 357 | 1,2 | 25 | 0,6 | 0,5 | 0,8 |
| | Eq. Holístico | 782 | 3,4 | 57 | 1,7 | 1,6 | 0,6 |
| Comércio de refrigerados | Arka | 4 831 | 23,1 | 643 | 23,1 | 7,2 | 3,6 |
| | Horta | 6 745 | 33,6 | 420 | 8,4 | 9,5 | 0,4 |
| Restauração | Nella's | 3 381 | 16,8 | 340 | 16,8 | 6,1 | 3,7 |
| | L'Praino | 3 145 | 14,2 | 202 | 3,5 | 5,6 | 2,8 |
| Saúde e beleza | Ana Correia | 781 | 3,4 | 96 | 1,7 | 1,6 | 2,2 |
| | Central Pet | 579 | 2,4 | 87 | 1,6 | 0,9 | 0,6 |
| Assoc. cult. | Espaço T. | 691 | 3,2 | 45 | 3,2 | 1,0 | 0,9 |
| Gráfica | Plot Design | 1 045 | 3,4 | 50 | 1,7 | 1,1 | 1,1 |

A figura 4.1 revela os quatro tipos de potencial de poupança de eletricidade em cada estabelecimento auditado, em relação à estimativa de referência. Em particular, as medidas com rentabilidade alta permitem economizar entre 9% e 55% do consumo de energia atual.

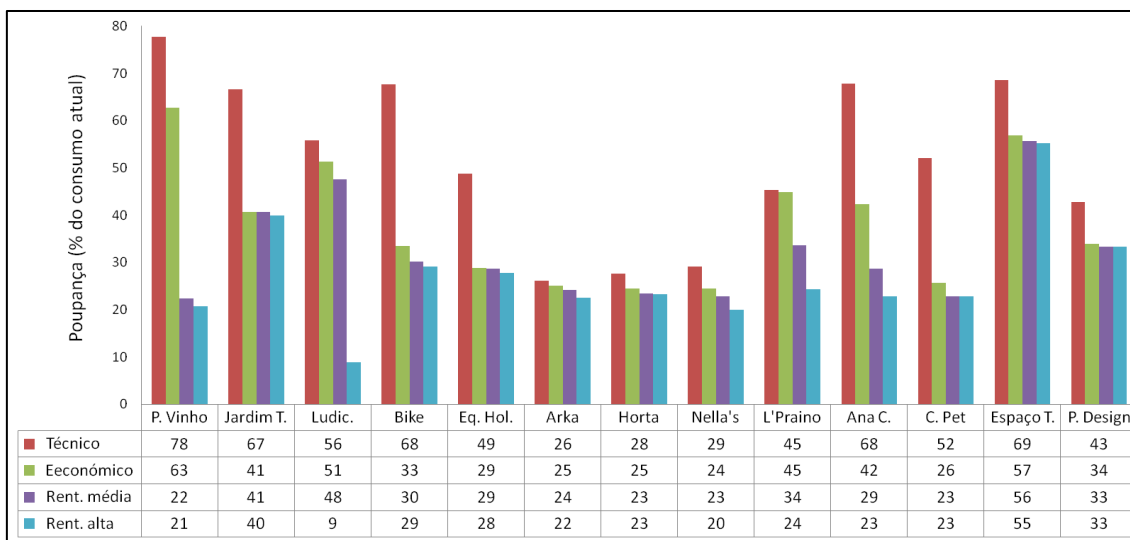


Figura 4.1 – Potencial de poupança de eletricidade dos estabelecimentos auditados em detalhe face ao seu consumo anual de referência.

Por sua vez, a tabela 4.2 apresenta o investimento necessário, em euros, para alcançar estas poupanças de eletricidade. Os resultados descritos referem-se ao cálculo com taxa de desconto a 7% e representam a opção ponderada.

Tabela 4.2 – Investimento requerido para atingir os potenciais de poupança identificados nos estabelecimentos auditados.

| Categoria | Estabelecimento | Técnico (€) | Económico (€) | Rentabilidade média (€) | Rentabilidade alta (€) |
|--------------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| Comércio geral | P. Vinho | 6 887 | 1 601 | 90 | 66 |
| | Jardim T. | 8 046 | 133 | 133 | 125 |
| | Ludicenter | 11 780 | 1 044 | 677 | 21 |
| | Bike Check | 7 505 | 104 | 53 | 43 |
| | Eq. Holístico | 3 478 | 176 | 173 | 153 |
| Comércio de refrigerados | Arka | 3 570 | 1 824 | 1 606 | 1 339 |
| | Horta | 6 828 | 3 200 | 2 721 | 2 707 |
| Restauração | Nella's | 4 845 | 1 062 | 743 | 398 |
| | L'Praino | 5 122 | 3 704 | 1 705 | 654 |
| Saúde e beleza | Ana Correia | 7 851 | 1 080 | 267 | 133 |
| | Central Pet | 7 166 | 163 | 84 | 84 |
| Assoc. cult. | Espaço T. | 1 813 | 240 | 184 | 175 |
| Gráfica | Plot Design | 3 292 | 133 | 96 | 96 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

4.1.2 Por categoria de estabelecimentos

Na tabela 4.3, apresentam-se as características energéticas médias das categorias de estabelecimentos auditados. A categoria comércio a retalho resulta da média ponderada do comércio geral e do de produtos refrigerados, de acordo com os pesos destas atividades em 78

Telheiras. Também a tipologia referida como estabelecimento médio foi calculada através dos pesos relativos das diferentes entidades do bairro. O peso da energia nos custos fixos dos pequenos estabelecimentos de comércio e serviços varia entre 4%, para a categoria associação cultural, e 28%, para o comércio de produtos refrigerados.

Tabela 4.3 – Características energéticas médias por estabelecimento nas categorias definidas.

| Categoria | Custo (€/ano) | Consumo (MWh/ano) | Indicadores de consumo específico | | | |
|-------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | | $\frac{kWh}{m^2 \cdot ano}$ | $\frac{MWh}{trab. ano}$ | $\frac{kWh}{hora func.}$ | $\frac{kWh}{cliente}$ |
| Comércio a retalho | 1 262 | 5,9 | 106 | 3,4 | 2,0 | 1,1 |
| - Comércio geral | 570 | 2,3 | 39 | 1,4 | 1,0 | 0,9 |
| - Comércio refrigerados | 5 788 | 28,4 | 531 | 15,8 | 8,3 | 2,0 |
| Restauração | 3 263 | 15,5 | 271 | 10,2 | 5,8 | 3,3 |
| Saúde e beleza | 680 | 2,9 | 92 | 1,6 | 1,2 | 1,4 |
| Associação cultural | 691 | 3,2 | 45 | 3,2 | 1,0 | 0,9 |
| Gráfica | 1 045 | 3,4 | 50 | 1,7 | 1,1 | 1,1 |
| Estabelecimento médio | 1 609 | 7,3 | 138 | 4,6 | 2,7 | 1,7 |

Os valores médios do consumo de eletricidade específico anual por área, para cada categoria analisada, encontram-se na figura 4.2. De forma geral, o comércio de produtos refrigerados tem os maiores valores, enquanto o comércio geral tem os menores.

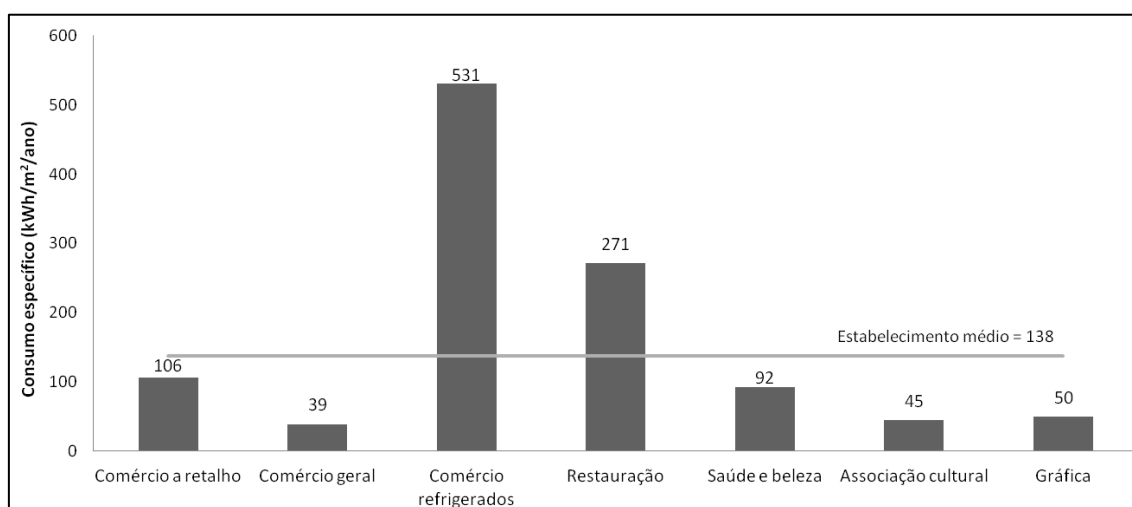


Figura 4.2 – Consumo anual de eletricidade por área nas categorias de estabelecimentos.

A desagregação por uso final, para cada categoria de estabelecimentos, encontra-se na figura 4.3. O peso de cada uso no consumo anual varia significativamente conforme as atividades desenvolvidas pela entidade.

No comércio geral, a climatização de espaços é o uso maioritário, dividindo-se em 29% do consumo total do estabelecimento para aquecimento, 17% para arrefecimento e 4% para outros equipamentos. Para o comércio de produtos refrigerados, a refrigeração é claramente

predominante, sendo a climatização constituída apenas por arrefecimento e ventilação. Novamente, no total do comércio a retalho, a climatização é o maior uso de energia, dividindo-se em 21% do consumo total do estabelecimento para aquecimento, 14% para arrefecimento e 3% para outros equipamentos.

Na restauração, a refrigeração é o uso maioritário, apresentando, no entanto, uma variação considerável associada a um desvio padrão de 24%. A climatização divide-se em 9% do consumo total do estabelecimento para arrefecimento, 1% para aquecimento e 1% para ventilação.

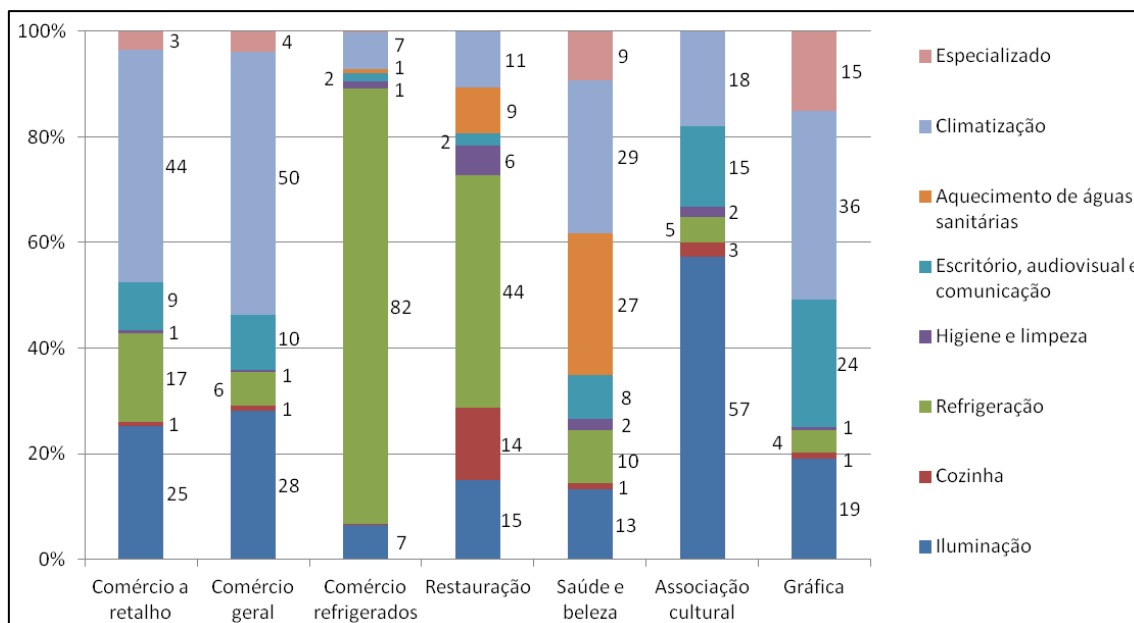


Figura 4.3 – Desagregação média do consumo de eletricidade por uso final nas categorias de estabelecimentos.

Na tipologia saúde e beleza a climatização é o maior uso final de energia, dividindo-se em 21% do consumo total do estabelecimento para arrefecimento e 8% para aquecimento. Nestes espaços, tal como na categoria gráfica, destaca-se o relativamente elevado peso dos equipamentos especializados.

Para o pequeno estabelecimento de comércio e serviços médio, a desagregação por uso final encontra-se na figura 4.4. A climatização é o maior uso de energia, dividindo-se em 15% do consumo total do estabelecimento para aquecimento de espaços, 14% para arrefecimento de espaços e 2% para outros equipamentos. Entre as diferentes categorias de espaços, o desvio padrão associado a este uso é de 20%

O consumo da refrigeração varia significativamente entre as atividades englobadas no âmbito desta categoria, sendo o seu desvio padrão de 31%. Por outro lado, a iluminação surge mais consistentemente como um dos usos finais maioritários, com um desvio padrão de 15%. Os outros tipos de equipamentos apresentam pesos individuais menores no consumo de um estabelecimento médio, variando de forma considerável com a atividade desenvolvida.

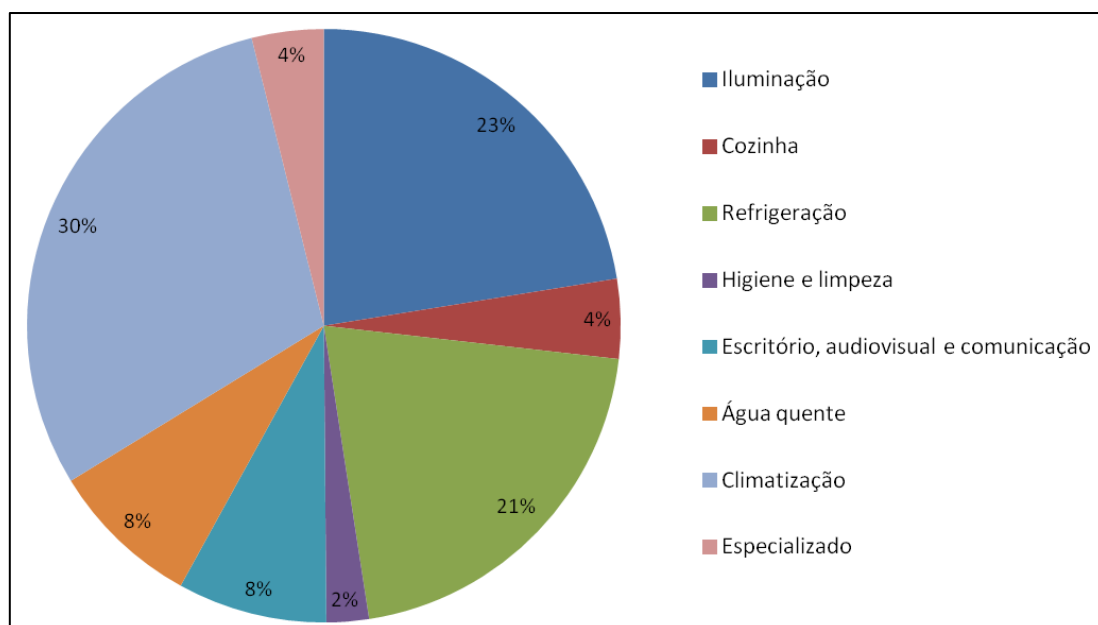


Figura 4.4 – Consumo de eletricidade por uso final num pequeno estabelecimento de comércio e serviços médio do bairro de Telheiras.

As tabelas 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7 mostram os valores médios dos quatro tipos potenciais de poupança de eletricidade anuais, para cada categoria analisada. De forma sequencial, apresenta-se o valor absoluto por estabelecimento, o específico por metro quadrado, o específico por trabalhador e o valor por número de horas de funcionamento anuais. Os resultados descritos referem-se ao cálculo com taxa de desconto a 7% e representam a opção ponderada.

Na figura 4.5, revela-se o potencial de poupança, em relação ao consumo médio atual, para cada categoria analisada. De forma geral, as associações culturais e as gráficas apresentaram os maiores valores, sendo que apenas foi analisado um estabelecimento em cada. Para as outras categorias, o potencial com rentabilidade alta é de 22% a 25% do consumo atual.

Tabela 4.4 – Potencial de poupança de eletricidade médio anual por estabelecimento.

| Categoria | Técnico (MWh/ano) | Económico (MWh/ano) | Rent. média (MWh/ano) | Rent. alta (MWh/ano) |
|-------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Comércio a retalho | 2,3 | 1,8 | 1,6 | 1,4 |
| - Comércio geral | 1,4 | 1,0 | 0,8 | 0,6 |
| - Comércio refrigerados | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 6,5 |
| Restauração | 5,7 | 5,2 | 4,3 | 3,4 |
| Saúde e beleza | 1,8 | 1,0 | 0,8 | 0,7 |
| Associação cultural | 2,2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Gráfica | 1,5 | 1,2 | 1,1 | 1,1 |
| Estabelecimento médio | 3,0 | 2,5 | 2,1 | 1,8 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

Tabela 4.5 – Potencial de poupança de eletricidade médio anual por metro quadrado.

| Categoria | Técnico (kWh/m²/ano) | Económico (kWh/m²/ano) | Rentabilidade média (kWh/m²/ano) | Rentabilidade alta (kWh/m²/ano) |
|-------------------------|--|--|--|---|
| Comércio a retalho | 40 | 32 | 29 | 26 |
| - Comércio geral | 24 | 16 | 13 | 10 |
| - Comércio refrigerados | 142 | 132 | 127 | 121 |
| Restauração | 95 | 87 | 73 | 59 |
| Saúde e beleza | 55 | 32 | 24 | 21 |
| Associação cultural | 31 | 26 | 25 | 25 |
| Gráfica | 21 | 17 | 17 | 17 |
| Estabelecimento médio | 56 | 45 | 38 | 33 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

Tabela 4.6 – Potencial de poupança de eletricidade médio anual por trabalhador.

| Categoria | Técnico (MWh/trab/ano) | Económico (MWh/trab/ano) | Rentabilidade média (MWh/trab/ano) | Rentabilidade alta (MWh/trab/ano) |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| Comércio a retalho | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,8 |
| - Comércio geral | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| - Comércio refrigerados | 4,2 | 3,9 | 3,8 | 3,6 |
| Restauração | 3,3 | 2,9 | 2,5 | 2,1 |
| Saúde e beleza | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| Associação cultural | 2,2 | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Gráfica | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Estabelecimento médio | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,1 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

Tabela 4.7 – Potencial de poupança de eletricidade médio por número de horas de funcionamento anuais.

| Categoria | Técnico (kWh/hora f.) | Económico (kWh/hora f.) | Rentabilidade média (kWh/hora f.) | Rentabilidade alta (kWh/hora f.) |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|---|
| Comércio a retalho | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,5 |
| - Comércio geral | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| - Comércio refrigerados | 2,2 | 2,1 | 2,0 | 1,9 |
| Restauração | 2,2 | 2,0 | 1,6 | 1,3 |
| Saúde e beleza | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 0,3 |
| Associação cultural | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Gráfica | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Estabelecimento médio | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,6 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

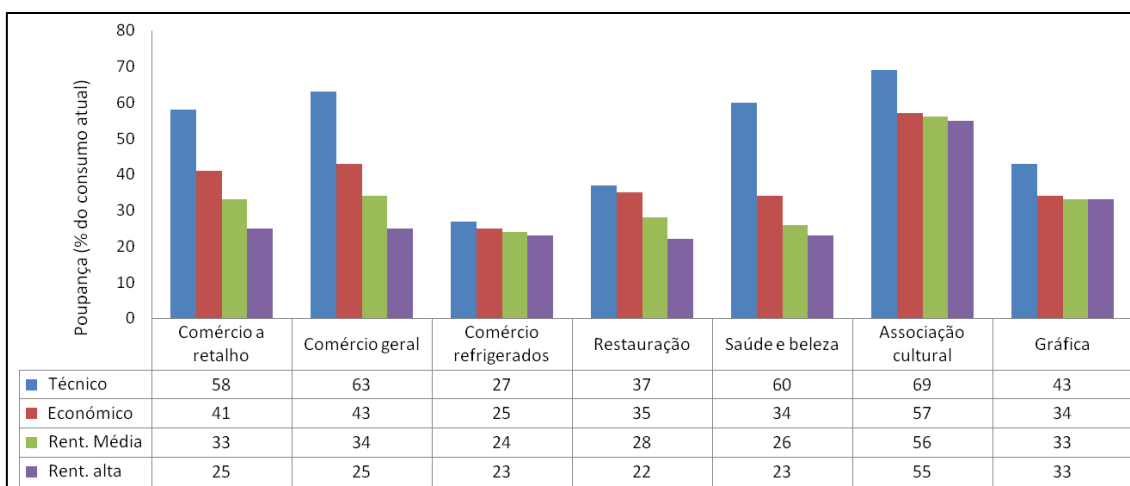


Figura 4.5 – Potencial de poupança médio face ao consumo atual nas categorias de estabelecimentos.

No caso do estabelecimento médio, as poupanças de eletricidade, face ao consumo atual, encontram-se na tabela 4.8, sendo também identificadas as calculadas com taxa de desconto de 14%. Este fator parece ser mais importante para as medidas de eficiência com retorno longo, provocando uma variação de apenas 1% nas economias com alta rentabilidade.

Tabela 4.8 – Potencial de poupança de um estabelecimento médio face ao consumo atual.

| Pequeno estabelecimento médio | Técnico (%) | Económico (%) | Rentabilidade média (%) | Rentabilidade alta (%) |
|-------------------------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| Taxa de desconto de 7% | 54 | 39 | 32 | 27 |
| Taxa de desconto de 14% | 54 | 35 | 29 | 26 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

Para atingir as economias energéticas, as entidades têm de investir os valores referidos na tabela 4.9. Neste ponto, deve ser destacado que o potencial com rentabilidade alta pode ser atingido com custos inferiores a 1 000 euros, para todas as categorias com exceção do comércio de produtos refrigerados. Em adição, excluindo também a restauração, o investimento é sempre inferior a 500 euros.

Tabela 4.9 – Investimento médio por estabelecimento para alcançar as poupanças estimadas.

| Categoria | Técnico (€) | Económico (€) | R. média (€) | R. alta (€) |
|-------------------------|-------------|---------------|--------------|-------------|
| Comércio a retalho | 7 220 | 871 | 490 | 346 |
| - Comércio geral | 7 539 | 612 | 225 | 82 |
| - Comércio refrigerados | 5 199 | 2 512 | 2 164 | 2 023 |
| Restauração | 4 983 | 2 383 | 1 224 | 526 |
| Saúde e beleza | 7 509 | 622 | 175 | 109 |
| Associação cultural | 1 813 | 240 | 184 | 175 |
| Gráfica | 3 292 | 133 | 96 | 96 |
| Estabelecimento médio | 6 156 | 1 123 | 568 | 317 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

Por sua vez, a tabela 4.10 refere a redução do consumo de eletricidade que pode ser obtida com medidas puramente comportamentais, para cada categoria de estabelecimentos. No estabelecimento médio, a poupança através destas intervenções é de 6% do consumo de referência.

Tabela 4.10 – Poupança com ações comportamentais no consumo de eletricidade dos estabelecimentos.

| Categoria | Poupança face ao consumo atual (%) |
|-------------------------|---|
| Comércio a retalho | 5 |
| - Comércio geral | 5 |
| - Comércio refrigerados | 2 |
| Restauração | 7 |
| Saúde e beleza | 8 |
| Associação cultural | 3 |
| Gráfica | 9 |
| Estabelecimento médio | 6 |

As medidas de eficiência propostas incidem, com níveis diferentes de intensidade, sobre a maioria dos usos finais de eletricidade dos estabelecimentos. Assim, a tabela 4.11 apresenta os potenciais de poupança específicos de cada uso final, por categoria de comércio e serviços analisada.

A desagregação das poupanças cumulativas por uso final, para um estabelecimento médio e para os quatro tipos de potenciais definidos, encontra-se na figura 4.6. Estes valores referem-se às economias obtidas durante o período de vida útil das medidas de eficiência energética. Entre o potencial técnico e o com rentabilidade alta destaca-se o aumento do peso da iluminação e da refrigeração, em detrimento do aquecimento de águas sanitárias e da climatização.

O investimento inicial associado às medidas de eficiência divide-se de acordo com a figura 4.7, para um estabelecimento médio e para os quatro tipos de potenciais de poupança. Entre o técnico e o com rentabilidade alta destaca-se o quase desaparecimento da climatização e do aquecimento de águas sanitárias. Por outro lado, o investimento em iluminação e em refrigeração ganha uma dimensão cada vez mais substancial, quando os períodos de retorno aceites são mais curtos.

As poupanças descritas no potencial técnico têm uma vida útil que varia entre 10 anos, nas associações culturais, e 16 anos, na categoria saúde e beleza. Para todos os outros conjuntos de medidas, a sua persistência é de 9 anos, nas associações culturais, a 14 anos, no comércio de produtos refrigerados. O valor cumulativo de economias de energia, durante a vida útil das intervenções de cada tipo de potencial, permite calcular o custo de evitar o consumo de um kWh, em cada categoria (tabela 4.12). Para as intervenções com rentabilidade alta, o desvio padrão associado ao valor do estabelecimento médio é de 0,006 €/kWh evitado.

Tabela 4.11 – Potencial de poupança médio para cada uso final de eletricidade face ao consumo atual.

| Uso final | Categoria | Técnico (%) | Económico (%) | Rentabilidade média (%) | Rentabilidade alta (%) |
|--------------|-----------------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------------|
| Iluminação | Comércio geral | 65 | 64 | 61 | 58 |
| | Comércio refrigerados | 75 | 75 | 74 | 71 |
| | Restauração | 71 | 70 | 70 | 69 |
| | Saúde e beleza | 79 | 79 | 76 | 72 |
| | Associação cultural | 81 | 80 | 80 | 79 |
| | Gráfica | 80 | 79 | 79 | 79 |
| | Estabelecimento médio | 72 | 72 | 69 | 67 |
| Cozinha | Comércio geral | 38 | 38 | 38 | 38 |
| | Comércio refrigerados | 39 | 39 | 39 | 39 |
| | Restauração | 4 | 4 | 4 | 3 |
| | Saúde e beleza | 63 | 63 | 63 | 63 |
| | Associação cultural | 29 | 27 | 27 | 23 |
| | Gráfica | 53 | 53 | 53 | 53 |
| | Estabelecimento médio | 35 | 34 | 34 | 34 |
| Refrigeração | Comércio geral | 60 | 24 | 3 | 3 |
| | Comércio refrigerados | 20 | 19 | 18 | 17 |
| | Restauração | 43 | 42 | 36 | 23 |
| | Saúde e beleza | 71 | 56 | 41 | 22 |
| | Associação cultural | 51 | 15 | 0 | 0 |
| | Gráfica | 47 | 16 | 2 | 2 |
| | Estabelecimento médio | 55 | 34 | 21 | 13 |
| Higiene | Saúde e beleza | 25 | 0 | 0 | 0 |
| | Estabelecimento médio | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Comércio geral | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | Comércio refrigerados | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | Restauração | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | Saúde e beleza | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | Associação cultural | 45 | 45 | 45 | 45 |
| | Gráfica | 38 | 38 | 38 | 38 |
| | Estabelecimento médio | 43 | 43 | 43 | 43 |
| Água quente | Comércio refrigerados | 74 | 0 | 0 | 0 |
| | Restauração | 74 | 37 | 10 | 2 |
| | Saúde e beleza | 74 | 20 | 1 | 1 |
| | Estabelecimento médio | 74 | 26 | 5 | 1 |
| Climatização | Comércio geral | 73 | 35 | 21 | 7 |
| | Comércio refrigerados | 30 | 26 | 26 | 26 |
| | Restauração | 41 | 29 | 27 | 24 |
| | Saúde e beleza | 61 | 21 | 21 | 21 |
| | Associação cultural | 66 | 14 | 14 | 14 |
| | Gráfica | 44 | 23 | 23 | 23 |
| | Estabelecimento médio | 58 | 28 | 22 | 17 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

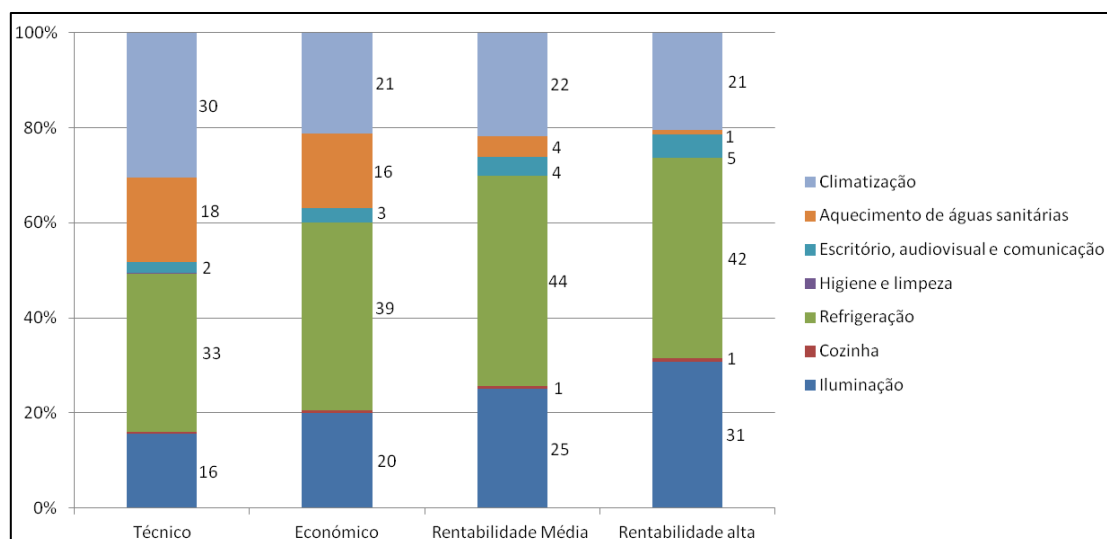


Figura 4.6 – Poupanças cumulativas por uso final para um estabelecimento médio de Telheiras.

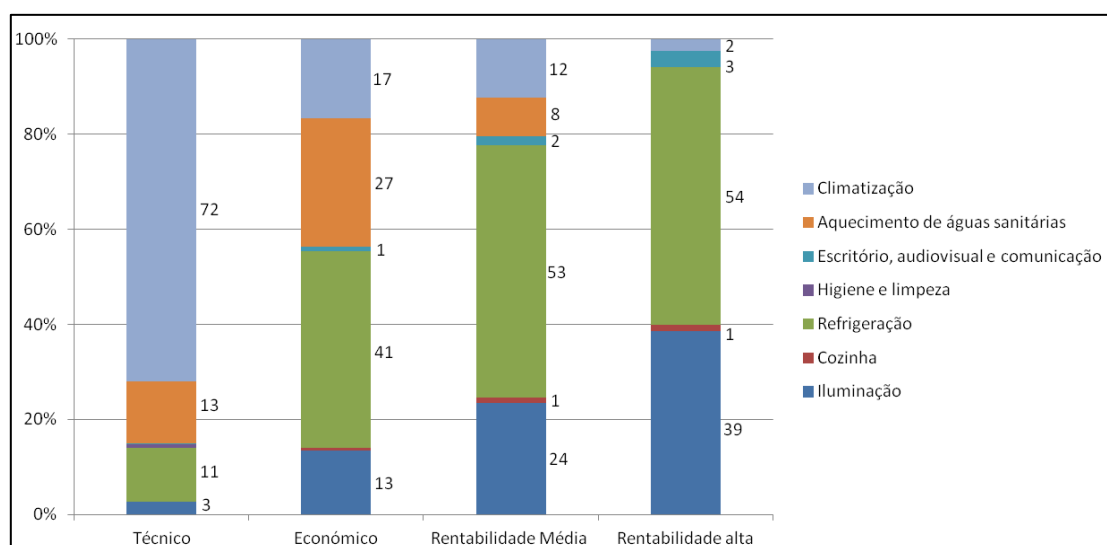


Figura 4.7 – Investimento por uso final para um estabelecimento médio de Telheiras.

Tabela 4.12 – Custo unitário por consumo evitado nas categorias de estabelecimentos.

| Categoria | Técnico (€/kWh evitado) | Económico (€/kWh evitado) | Rentabilidade média (€/kWh evitado) | Rentabilidade alta (€/kWh evitado) |
|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|
| Comércio a retalho | 0,364 | 0,037 | 0,021 | 0,012 |
| - Comércio geral | 0,407 | 0,039 | 0,021 | 0,010 |
| - Comércio refrigerados | 0,046 | 0,025 | 0,023 | 0,021 |
| Restauração | 0,063 | 0,030 | 0,022 | 0,013 |
| Saúde e beleza | 0,278 | 0,036 | 0,017 | 0,013 |
| Associação cultural | 0,080 | 0,015 | 0,012 | 0,012 |
| Gráfica | 0,177 | 0,010 | 0,008 | 0,008 |
| Estabelecimento médio | 0,252 | 0,033 | 0,019 | 0,013 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

4.2 Escala do bairro de Telheiras

4.2.1 Caracterização do comércio e serviços do bairro

O bairro de Telheiras situa-se na freguesia do Lumiar do município de Lisboa, englobando uma área de cerca de 51 hectares. Os seus limites foram definidos de acordo com o representado na figura 4.8. Em adição, é também apresentada a distribuição dos pequenos estabelecimentos de comércio e serviços incluídos no âmbito do estudo.

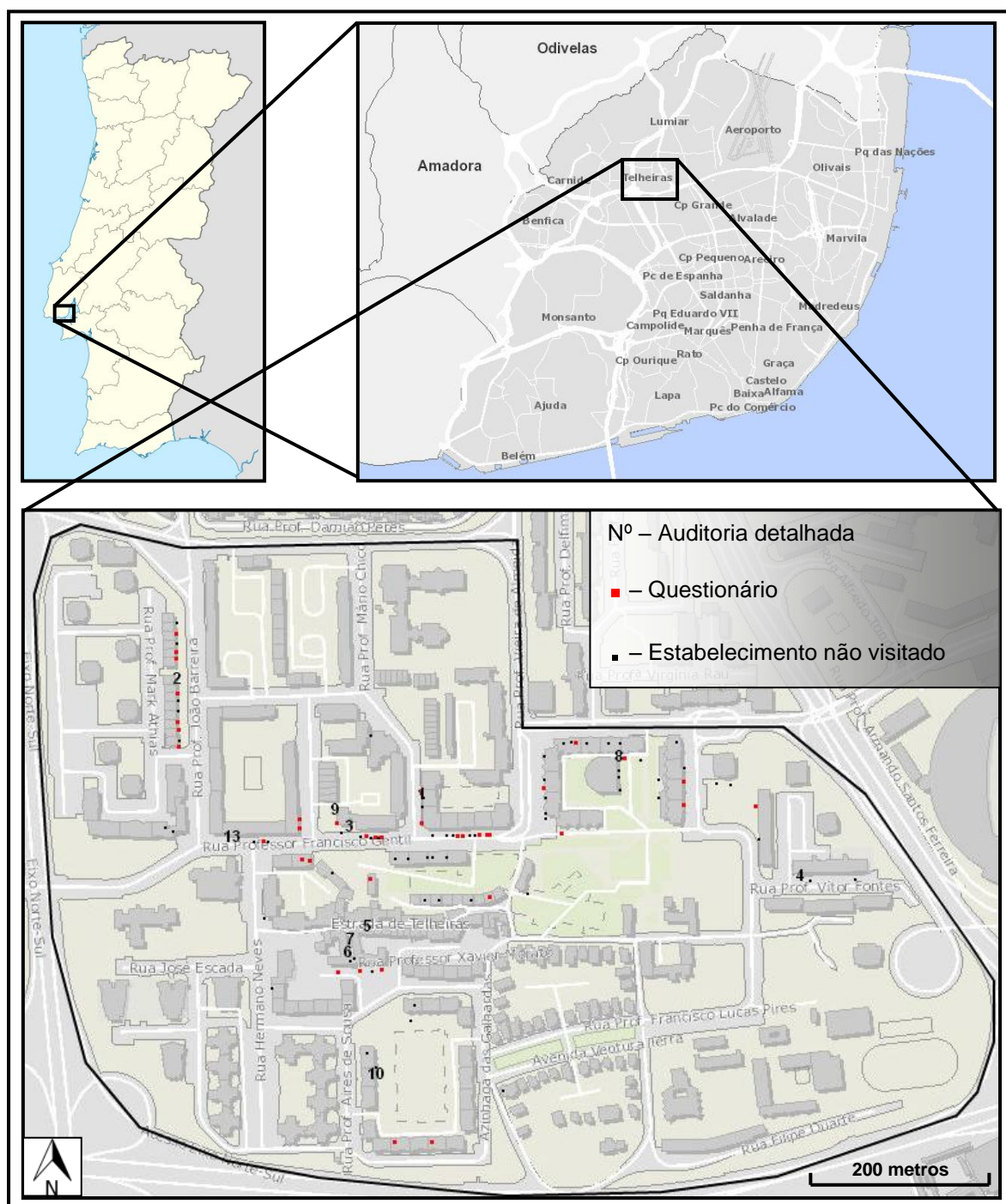


Figura 4.8 – Limites do bairro de Telheiras e distribuição dos pequenos estabelecimentos de comércio e serviços incluídos no âmbito do estudo (adaptado de CML, 2016).

Em março de 2015, existiam 160 entidades inseridas no setor terciário em Telheiras. Entre estas, 93% são de pequena dimensão, sendo que as restantes incluem atividades educativas, religiosas, de apoio social e de transportes. A figura 4.9 apresenta a distribuição dos 148 pequenos estabelecimentos por categoria. Removendo as categorias escritório e outros, não avaliadas no âmbito do estudo, existem 107 entidades relevantes no bairro de Telheiras.

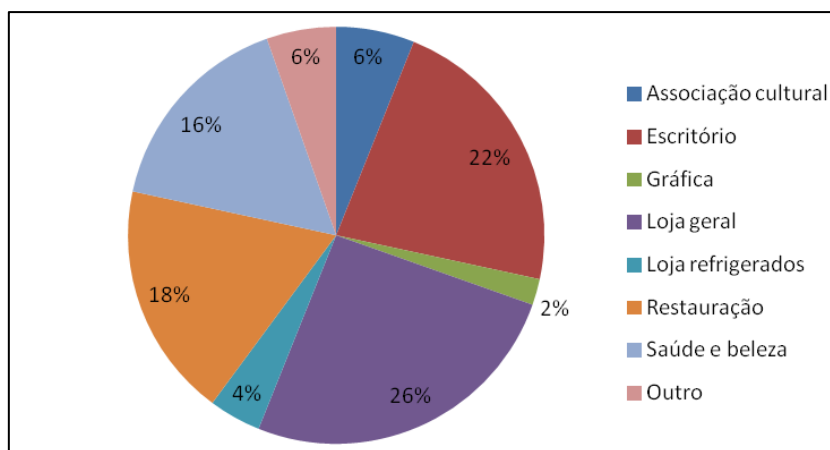


Figura 4.9 – Distribuição dos pequenos estabelecimentos de comércio e serviços do bairro de Telheiras.

A repetição do levantamento dos espaços de comércio e serviços em março de 2016, cerca de um ano depois do primeiro, evidenciou a elevada taxa de rotação de entidades no bairro de Telheiras. Neste período, encerraram 9 e abriram 8, o que se traduz numa taxa de mortalidade de 8,4% e numa taxa de natalidade de 7,5%.

A tabela 4.13 apresenta o número de estabelecimentos analisados em detalhe, bem como o total de visitados que inclui os dois tipos de auditorias. Em adição, compara as características médias das entidades de cada amostra, para as categorias analisadas e para o total do bairro. As horas de funcionamento anuais referem-se apenas aos dias úteis e não consideram períodos de férias, pois não foi possível obter este nível de detalhe nos questionários.

Para todo setor, foram visitados 50 estabelecimentos, 13 em auditorias detalhadas e 37 em questionários. Dado que dois se situam fora das fronteiras delimitadas para o bairro e três pertencem a categorias não incluídas no âmbito do estudo, tal representa 42% do universo relevante em Telheiras. Na amostra total, apenas 4% dos espaços se encontram em edifícios isolados e menos de 15% são propriedade das entidades que o ocupam. O ano de inauguração médio é 2009, para os sujeitos a análise detalhada, e 2008, para a amostra total, sendo o mais antigo de 1987 e o mais recente de 2015. Cerca de 85% dos estabelecimentos auditados e 81% dos visitados não têm certificado energético.

Na categoria comércio geral, foram visitados 29% dos estabelecimentos existentes no bairro. Nesta categoria, todos os espaços estão localizados no piso térreo de edifícios residenciais e apenas um é propriedade da entidade que o ocupa. O ano de inauguração médio é 2009, tanto para os sujeitos a auditorias como para a amostra total. Apenas um dos estabelecimentos apresenta certificado energético, com a classe G.

Tabela 4.13 – Número de estabelecimentos incluídos no âmbito do estudo e suas características.

| Categoria | Tipo de amostra | Número de estabelec. | Área (m²) | Número de trab. | Horas de f. anuais (mil horas) |
|-----------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Comércio geral | Auditoria detalhada | 5 | 62 | 1,7 | 2,4 |
| | Total | 11 | 61 | 1,6 | 2,6 |
| Comércio refrigerados | Auditoria detalhada | 2 | 60 | 2,5 | 2,9 |
| | Total | 6 | 67 | 2,3 | 3,0 |
| Restauração | Auditoria detalhada | 2 | 60 | 2,5 | 2,9 |
| | Total | 15 | 63 | 2,8 | 3,6 |
| Saúde e beleza | Auditoria detalhada | 2 | 30 | 1,8 | 2,5 |
| | Total | 10 | 52 | 2,1 | 2,5 |
| Associação cultural | Auditoria detalhada | 1 | 70 | 1,0 | 3,1 |
| | Total | 3 | 77 | 1,0 | 2,3 |
| Gráfica | Auditoria detalhada | 1 | 70 | 2,0 | 3,1 |
| | Total | 2 | 60 | 2,0 | 2,8 |
| Total | Auditoria detalhada | 13 | 58 | 1,9 | 2,7 |
| | Total | 47 | 61 | 2,1 | 2,9 |

Dentro dos limites do bairro, foram visitados todos os estabelecimentos de comércio de produtos refrigerados. Nesta categoria, apenas um espaço está localizado num edifício isolado e apenas um é propriedade da entidade que o ocupa. O ano de inauguração médio é 2004, para os sujeitos a análise detalhada, e 2008, para a amostra total. Apenas um dos estabelecimentos apresenta certificado energético, com a classe C.

Na restauração, foram visitados 56% dos estabelecimentos existentes no bairro. Nesta categoria, apenas um espaço está localizado num edifício isolado e dois são propriedade das entidades que os ocupam. O ano de inauguração médio é 2014, para os sujeitos a auditorias detalhadas, e 2009, para a amostra total. Três dos estabelecimentos apresentam certificado energético, sendo classe B- num deles e G nos outros dois.

Por sua vez, na categoria saúde e beleza, foram visitados 42% dos estabelecimentos existentes no bairro. Nesta categoria, todos os espaços estão localizados em edifícios residenciais e três são propriedade das entidades que os ocupam. O ano de inauguração médio é 2004, para os sujeitos a auditorias detalhadas, e 2006, para a amostra total. Apenas um estabelecimento apresenta certificado energético, com a classe D.

Dado que a entidade auditada está localizada fora dos limites definidos, apenas foram visitadas duas das associações culturais existentes no bairro. Nesta categoria, todos os espaços estão localizados em edifícios residenciais e nenhum é propriedade da entidade que o ocupa. O ano de inauguração médio é 2008, para a amostra total. Apenas um estabelecimento apresenta certificado energético, com a classe D.

Na categoria gráfica, foram visitados dois estabelecimentos, um em avaliação detalhada e um em questionário. Ambos os espaços estão localizados em edifícios residenciais e nenhum é propriedade da entidade que o ocupa. O ano de inauguração médio é 2013, para a amostra total. Um dos estabelecimentos apresenta certificado energético, com a classe B-.

4.2.2 Caracterização energética do comércio e serviços do bairro

A realização das auditorias detalhadas e dos questionários possibilitou caracterizar, em termos energéticos, o pequeno comércio e serviços de Telheiras. A comparação entre os resultados obtidos com o primeiro método e os calculados com a conjunção dos dois permite inferir a representatividade da amostra auditada na população total.

Nesta fase, torna-se importante realçar que, nas auditorias detalhadas, a presença de alguns equipamentos, em especial de aquecedores elétricos, não foi identificada logo na primeira visita. Assim, nos estabelecimentos questionados, é possível que a presença de certos usos finais e o número de alguns aparelhos elétricos estejam ligeiramente subestimados.

A única categoria onde é consumida energia noutras formas que não eletricidade é a restauração, onde 20% dos estabelecimentos visitados usam gás natural. Tal corresponde a cerca de 6% da amostra total do bairro de Telheiras, não incluindo nenhuma entidade auditada.

Na figura 4.10, apresentam-se os pesos dos vários tipos de lâmpadas na iluminação principal dos vários conjuntos de estabelecimentos, para as amostras auditada e total. A tecnologia fluorescente é a mais utilizada no comércio e serviços de Telheiras, com cerca de metade do valor total. As lâmpadas mais ineficientes, nomeadamente as incandescentes e as de halogéneo, ainda representam 35% da iluminação principal. Por outro lado, a tecnologia LED apresenta o menor peso, com apenas 15% do valor total. De forma geral, as tendências registadas nos espaços analisados em detalhe confirmaram-se nos questionários.

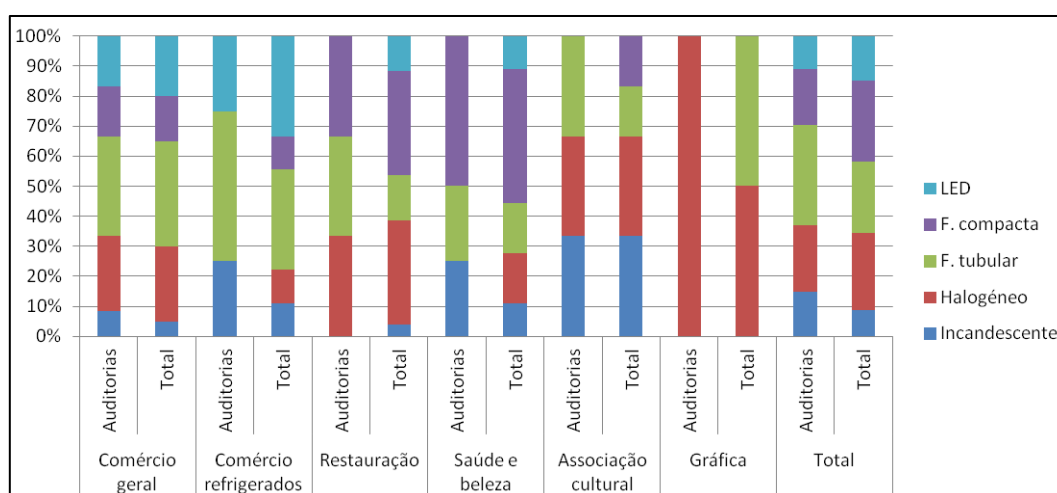


Figura 4.10 – Peso dos diferentes tipos de lâmpadas na iluminação principal dos estabelecimentos de Telheiras.

A figura 4.11 mostra a presença do uso final cozinha nas categorias de estabelecimentos de Telheiras, diferenciando entre amostras auditada e total e conforme a capacidade de preparação de alimentos. Estes equipamentos apenas têm consumos relevantes na restauração, onde o cenário revelado nos questionários é semelhante ao dos espaços auditados.

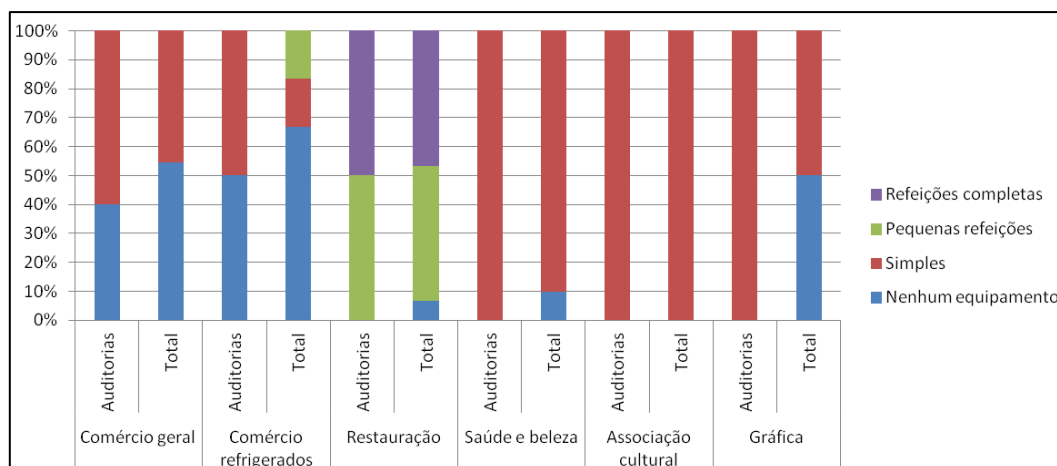


Figura 4.11 – Caracterização dos equipamentos de cozinha, conforme a sua capacidade de produção de alimentos, nas categorias de estabelecimentos de Telheiras.

A presença de equipamentos de refrigeração foi avaliada de acordo com o seu número, em cada categoria de estabelecimentos (figura 4.12). Este uso final é mais relevante no comércio de produtos refrigerados e na restauração, onde foram encontradas algumas diferenças entre as amostras auditada e total. Na primeira categoria, todos os espaços analisados em detalhe têm mais de quatro equipamentos, enquanto no total do bairro este valor atinge apenas 67%. Esta tendência foi ainda mais acentuada na restauração, onde todas as entidades auditadas, mas apenas 27% da amostra total, possuem mais de quatro equipamentos.

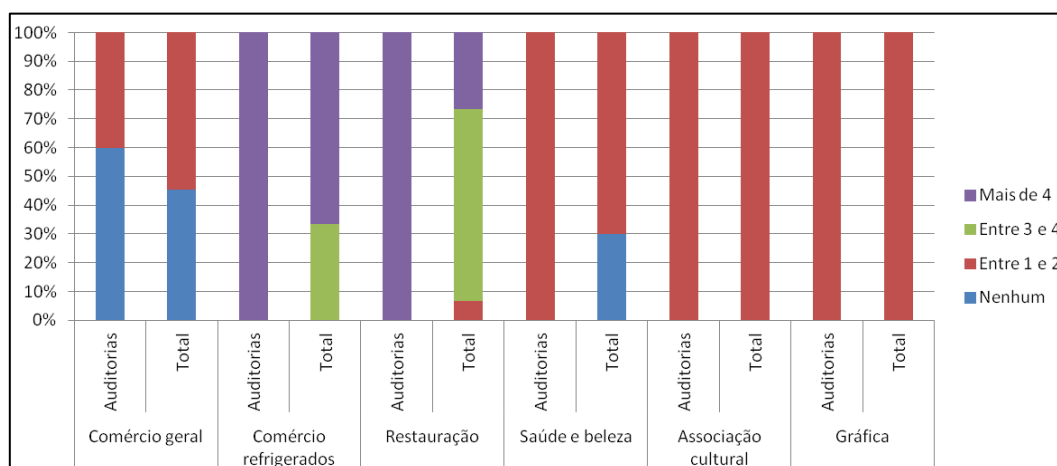


Figura 4.12 – Distribuição do número de equipamentos de refrigeração nas categorias de estabelecimentos de Telheiras.

Na figura 4.13, revelam-se as categorias com presença de consumos de eletricidade significativos em higiene e limpeza. Em relação a este uso final, os estabelecimentos de

restauração e, seguidamente, de saúde e beleza são os mais relevantes. De forma geral, a informação recolhida nas auditorias foi confirmada pelos questionários.

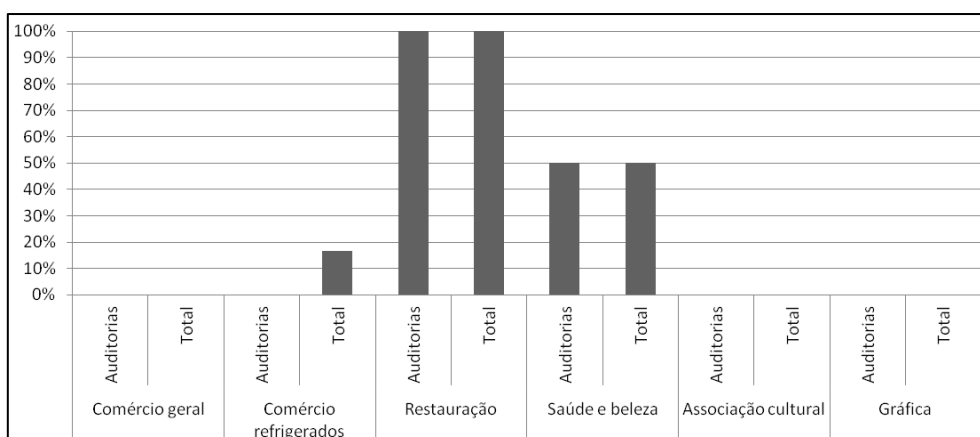


Figura 4.13 – Estabelecimentos com presença significativa do uso final higiene e limpeza nas categorias definidas para o bairro de Telheiras.

Tal como a iluminação, os equipamentos de escritório são um uso final com presença transversal nas categorias de estabelecimentos do bairro de Telheiras. A sua distribuição, de acordo com o número de aparelhos identificados, encontra-se na figura 4.14.

Usualmente, as categorias comércio geral e saúde e beleza possuem o menor número de equipamentos, enquanto o comércio de produtos refrigerados e a restauração apresentam o maior. Nas outras duas tipologias, foram encontradas diferenças significativas entre a amostra auditada e a total, com a primeira a revelar valores superiores.

Mais de metade dos estabelecimentos de Telheiras possui entre 5 e 10 equipamentos, com menos de 10% a apresentarem números superiores. Para a amostra total, face aos espaços auditados, o cenário de referência é notavelmente semelhante.

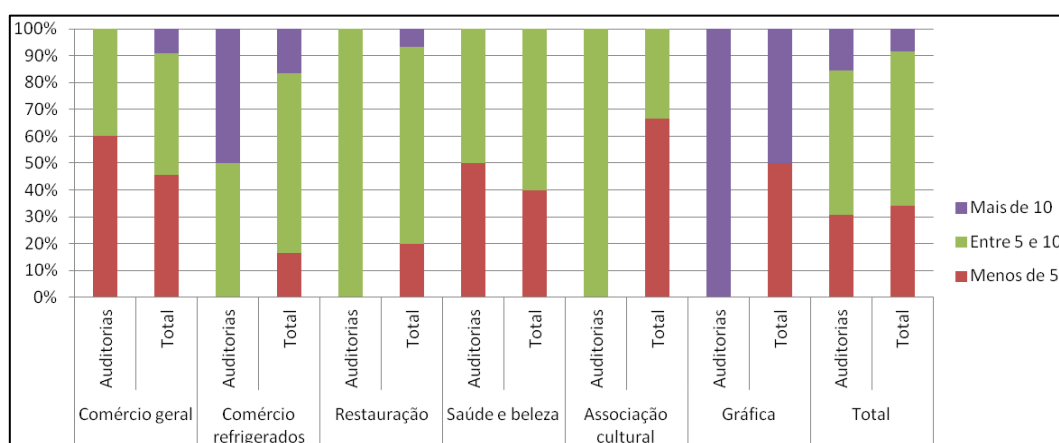


Figura 4.14 – Distribuição do número de equipamentos de escritório, audiovisual e comunicação nas categorias de estabelecimentos de Telheiras.

Na figura 4.15, apresentam-se as categorias de estabelecimentos do bairro de telheiras com consumos de energia associados ao aquecimento de águas sanitárias. Este uso final é

particularmente importante na restauração, onde está presente em todas as entidades, e nas atividades de saúde e beleza. Nesta última, os questionários revelaram que não é utilizada água quente sanitária em cerca de 20% dos espaços, contrariando de forma parcial a tendência registada nas auditorias.

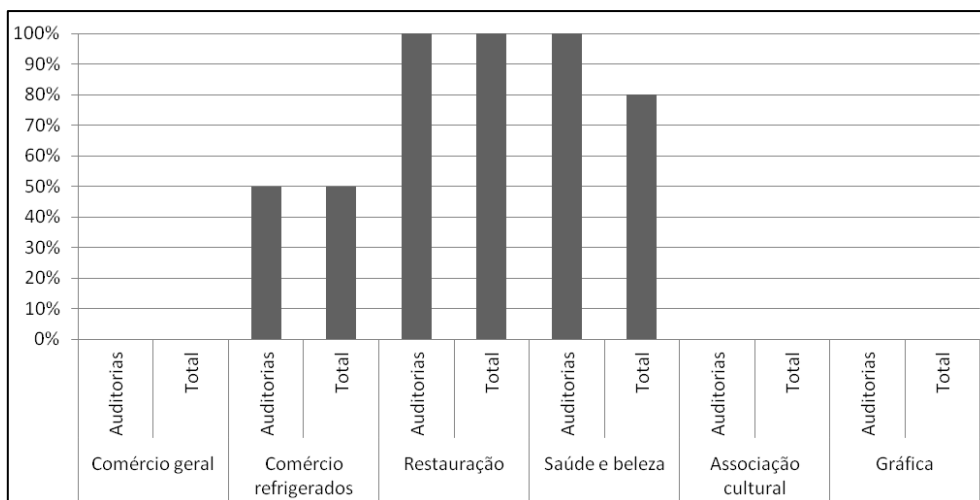


Figura 4.15 – Estabelecimentos com aquecimento de águas sanitárias nas categorias definidas.

A climatização é outro uso final transversal entre as várias categorias de comércio e serviços, registando-se a percentagem de estabelecimentos com este uso final na figura 4.16. Esta estatística foi também calculada para o caso dos sistemas de ar condicionado.

Em todos os estabelecimentos auditados foram encontrados equipamentos de climatização, sendo que em 77% as necessidades são satisfeitas através de unidades de ar condicionado. Para o conjunto total de entidades visitadas, o primeiro valor é inferior, com 91% a possuírem algum tipo de climatização, e o segundo apresenta a mesma ordem de grandeza. As maiores diferenças entre as duas amostras foram registadas nas categorias de comércio a retalho.

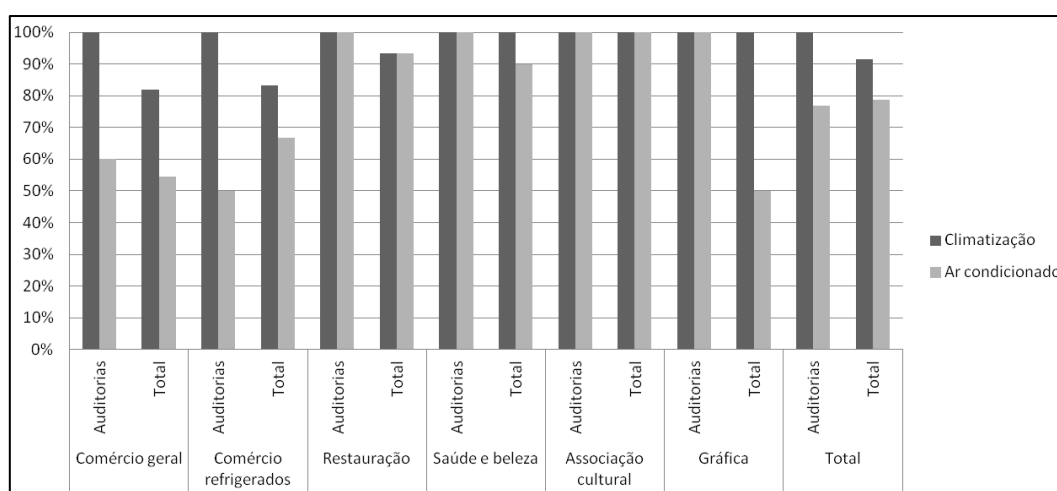


Figura 4.16 – Estabelecimentos com equipamentos de climatização ativa e com sistemas de ar condicionado em Telheiras.

Na figura 4.17, revelam-se as categorias de estabelecimentos com maior presença de usos de eletricidade especializados. Estes equipamentos variados, que não se enquadravam em nenhuma outra tipologia, são particularmente importantes em atividades de saúde e beleza e de impressão de documentos. De forma geral, 36% das entidades apresentam algum tipo de uso final especializado, sendo este valor ligeiramente superior para o conjunto auditado.

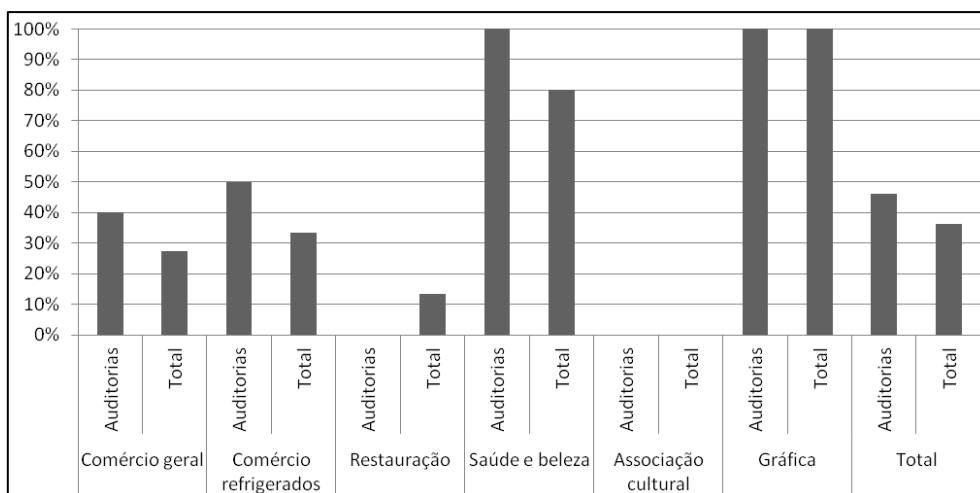


Figura 4.17 – Estabelecimentos com usos especializados de eletricidade nas categorias definidas para o bairro de Telheiras.

Por fim, tentou-se caracterizar o comportamento dos responsáveis pelas entidades, face à eficiência energética, anotando-se a presença de medidas técnicas de eficiência nas categorias e no total do bairro (figura 4.18). De forma usual, os estabelecimentos com maiores consumos de energia apresentam o maior número de intervenções implementadas. Em adição, no comércio de outros produtos também parece existir motivação para investir em eficiência.

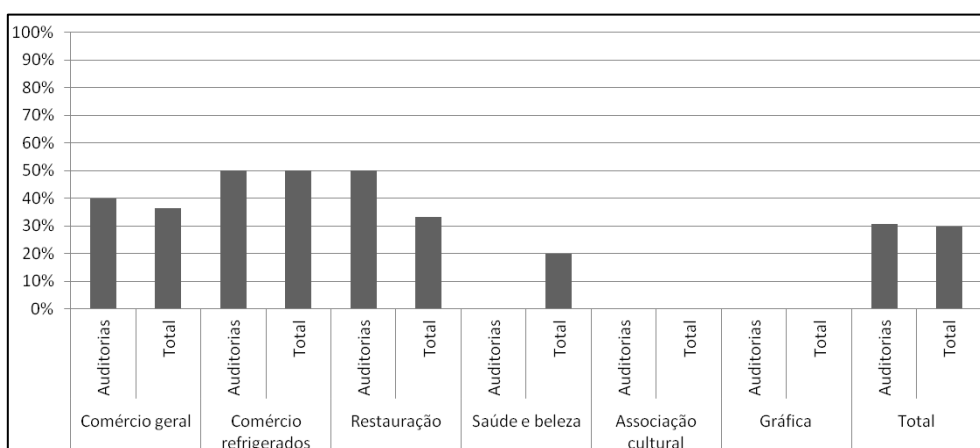


Figura 4.18 – Estabelecimentos de Telheiras ativos na área da eficiência energética.

No bairro de Telheiras, pelo menos 30% das entidades já adotaram algum tipo de medida para reduzir o seu consumo de eletricidade, sendo esta tendência homogênea nas duas amostras analisadas. Como não foram contabilizadas medidas de eficiência não inseridas no âmbito do estudo, bem como ações puramente comportamentais, este número será certamente maior.

4.2.3 Extrapolação dos potenciais de poupança

O primeiro passo na estimativa dos potenciais de poupança de eletricidade foi o cálculo do consumo anual na situação de referência, para cada categoria de estabelecimentos, com base em quatro indicadores diferentes (tabela 4.14). Estas abordagens combinaram os resultados das auditorias simples e dos questionários, sendo também apresentado o seu valor médio.

Assim, o consumo anual dos 107 pequenos estabelecimentos de comércio e serviços do bairro de Telheiras é, em média, de 936 MWh, com um desvio padrão de 170 MWh. A despesa financeira anual associada, na perspetiva dos responsáveis das entidades, é de 181 mil euros.

A extrapolação dos potenciais obtidos nas auditorias, para a escala do bairro, permite as poupanças de eletricidade anuais apresentadas na tabela 4.15. As economias atingidas nos potenciais com rentabilidade média e com rentabilidade alta traduzem-se, aos preços de 2015, em 50 e 42 mil euros, respetivamente.

Tabela 4.14 – Estimativa do consumo anual de eletricidade dos 107 estabelecimentos do bairro de Telheiras.

| Indicador Categoria | Consumo de eletricidade (MWh/ano) | | | | |
|--------------------------------------|--|------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| | Nº de estabelec. | Área | Nº de trabalhadores | Horas de func. anuais | Média dos 4 indicadores |
| Comércio geral | 87 | 86 | 86 | 93 | 88 |
| Comércio refrigerados | 170 | 190 | 213 | 175 | 187 |
| Restauração | 418 | 461 | 760 | 545 | 546 |
| Saúde e beleza | 69 | 90 | 81 | 69 | 77 |
| Associação cultural | 29 | 31 | 29 | 21 | 28 |
| Gráfica | 10 | 9 | 10 | 9 | 10 |
| Total | 783 | 867 | 1 179 | 912 | 936 |

Tabela 4.15 – Estimativa do potencial de poupança de eletricidade anual nos 107 estabelecimentos do bairro de Telheiras.

| Categoria | Técnico (MWh/ano) | Económico (MWh/ano) | Rent. média (MWh/ano) | Rent. alta (MWh/ano) |
|-----------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Comércio geral | 55 | 38 | 30 | 22 |
| Comércio refrigerados | 50 | 46 | 45 | 43 |
| Restauração | 187 | 169 | 143 | 117 |
| Saúde e beleza | 47 | 27 | 20 | 18 |
| Associação cultural | 19 | 16 | 15 | 15 |
| Gráfica | 4 | 3 | 3 | 3 |
| Total | 362 | 299 | 256 | 218 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

Por sua vez, na tabela 4.16, apresentam-se as poupanças cumulativas, durante a vida útil das medidas de cada potencial, para o bairro de Telheiras. O efeito da intervenção com maior duração sente-se até 20 anos após a sua implementação. Quando não existem restrições à implementação de medidas, a economia de eletricidade traduz-se em cerca de um milhão de euros, aos preços de 2015. Mesmo só aceitando intervenções com rentabilidade alta, o potencial económico, aos preços de 2015, pode atingir cerca de 500 mil euros à escala do bairro.

Tabela 4.16 – Estimativa das poupanças de eletricidade cumulativas nos 107 estabelecimentos do bairro de Telheiras.

| Categoria | Técnico (MWh) | Económico (MWh) | Rentabilidade média (MWh) | Rentabilidade alta (MWh) |
|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Comércio geral | 833 | 515 | 359 | 230 |
| Comércio refrigerados | 717 | 654 | 625 | 601 |
| Restauração | 2 648 | 2 326 | 1 829 | 1 381 |
| Saúde e beleza | 776 | 385 | 252 | 216 |
| Associação cultural | 195 | 135 | 131 | 130 |
| Gráfica | 53 | 36 | 36 | 36 |
| Total | 5 222 | 4 051 | 3 232 | 2 594 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

O investimento financeiro requerido para explorar o potencial de poupança de eletricidade, em cada categoria de estabelecimentos, encontra-se na tabela 4.17. Nas medidas com rentabilidade alta, os custos iniciais são inferiores ao retorno obtido no primeiro ano e cerca de 13 vezes inferiores aos benefícios durante o seu período de vida útil. Mesmo o potencial técnico pode ser custo-eficaz a longo prazo, se for respeitada a duração total das intervenções e adotada uma taxa de desconto baixa de 3%.

Tabela 4.17 – Estimativa do investimento financeiro necessário para explorar os potenciais de poupança de eletricidade nos 107 estabelecimentos do bairro de Telheiras.

| Categoria | Técnico (Mil €) | Económico (Mil €) | Rentabilidade média (Mil €) | Rentabilidade alta (Mil €) |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Comércio geral | 299 | 24 | 9 | 3 |
| Comércio refrigerados | 33 | 16 | 14 | 13 |
| Restauração | 170 | 69 | 37 | 17 |
| Saúde e beleza | 202 | 16 | 5 | 3 |
| Associação cultural | 16 | 2 | 2 | 2 |
| Gráfica | 9 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 729 | 127 | 67 | 38 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

4.3 Escala nacional

4.3.1 Caracterização do setor do pequeno comércio e serviços

O consumo em baixa tensão do setor não-doméstico constitui 15% da procura de eletricidade nacional, dividindo-se, por categoria definida, de acordo com a figura 4.19. Assim, estima-se que os pequenos estabelecimentos de comércio e serviços, em particular os associados ao âmbito do estudo, consomem 29% da eletricidade do setor não-doméstico e 8% da nacional.

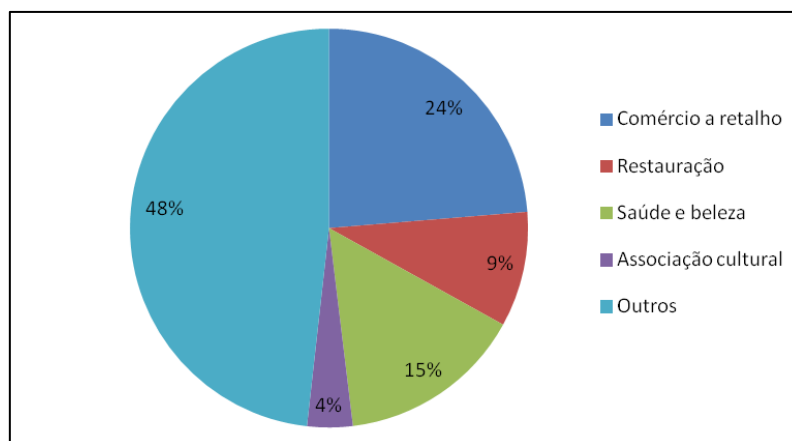


Figura 4.19 – Consumo nacional de eletricidade em baixa tensão no setor não-doméstico (adaptado de DGEG, 2015a).

Para as categorias definidas, o consumo de eletricidade à escala nacional foi calculado de acordo com o número de trabalhadores. Este resultado, bem como o valor presente nas estatísticas de consumo em baixa tensão de 2014, encontram-se na tabela 4.18.

Tabela 4.18 – Consumo anual de eletricidade dos pequenos estabelecimentos abrangidos pelo âmbito da dissertação à escala nacional.

| Categoria Método | Consumo de eletricidade (GWh/ano) | | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|---------------------|-------|
| | Comércio a retalho | Restauração | Saúde e beleza | Associação cultural | Total |
| Número de trabalhadores | 735 | 792 | 228 | 110 | 1 865 |
| Estatísticas da DGEG (2015a) | 1 603 | 632 | 1 017 | 250 | 3 502 |

Comparando os dois tipos de abordagem, para a restauração foi obtido um valor superior nos consumos calculados, enquanto para as restantes categorias os maiores valores são os das estatísticas nacionais. No total, o valor calculado, através do número de empregados em estabelecimentos com menos de 10 pessoas ao serviço, é cerca de metade do estimado com base nas estatísticas da DGEG, correspondendo a 4% do consumo de eletricidade nacional.

4.3.2 Extrapolação dos potenciais de poupança

Os potenciais de poupança de eletricidade calculados ao nível local permitiram uma tentativa de extrapolar os resultados para a escala nacional. Na tabela 4.19, apresentam-se as economias anuais obtidas, para o pequeno comércio e serviços, através dos dois métodos.

Tabela 4.19 – Extrapolação das poupanças anuais de eletricidade para a escala nacional.

| Método de cálculo | Técnico (GWh/ano) | Económico (GWh/ano) | Rentabilidade média (GWh/ano) | Rentabilidade alta (GWh/ano) |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Número de trabalhadores | 756 | 601 | 520 | 446 |
| Estatísticas da DGE | 1 947 | 1 367 | 1 110 | 911 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

Os valores em termos relativos, face ao consumo de eletricidade anual do setor não-doméstico, encontram-se na tabela 4.20. Os resultados sugerem que é possível poupar entre 4% e 8% da eletricidade consumida atualmente, através do aproveitamento de oportunidades com alta rentabilidade em pequenos estabelecimentos das tipologias abrangidas pelo âmbito do estudo.

Tabela 4.20 – Extrapolação das poupanças anuais de eletricidade para a escala nacional face ao consumo do setor não-doméstico em 2014.

| Método | Técnico (% do não-doméstico) | Económico (% do não-doméstico) | Rentabilidade média (% do não-doméstico) | Rentabilidade alta (% do não-doméstico) |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Número de trabalhadores | 6 | 5 | 4 | 4 |
| Estatísticas da DGE | 16 | 11 | 9 | 8 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

Por fim, a comparação com a procura total de eletricidade nacional está plasmada na tabela 4.21, para os dois métodos de extrapolação. De forma geral, os resultados sugerem que o aproveitamento de oportunidades com períodos de retorno inferiores a três anos, em pequenos estabelecimentos de comércio e serviços, pode proporcionar uma redução de 1% a 2% do consumo anual de eletricidade de Portugal.

Tabela 4.21 – Extrapolação das poupanças anuais de eletricidade para a escala nacional face ao consumo total em 2014.

| Método | Técnico (% do nacional) | Económico (% do nacional) | Rentabilidade média (% do nacional) | Rentabilidade alta (% do nacional) |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|---|
| Número de trabalhadores | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Estatísticas da DGE | 4 | 3 | 2 | 2 |

Nota: Potencial de poupança em função do período de retorno (técnico sem restrições, económico menor que 15 anos, rentabilidade média menor que 6 anos e rentabilidade alta menor que 3 anos).

5. Discussão

5.1 Escala dos estabelecimentos

Auditorias energéticas

A realização de auditorias diretamente nos estabelecimentos é a melhor maneira de compreender os seus padrões de consumo e o seu desempenho energético. No entanto, este método não é isento de fatores de erro e incerteza, que podem prejudicar a qualidade do resultado. Em particular, os dados que são recolhidos junto dos proprietários do estabelecimento são subjetivos, podendo ser prejudicados por perceções erradas e pela necessidade inconsciente de justificar comportamentos (Schleich & Gruber, 2008). A verificação, durante a auditoria, do rigor de algumas respostas permitiu mitigar este efeito.

Por outro lado, os dados recolhidos com medições diretas apresentam um nível de incerteza inferior, mesmo considerando possíveis erros no funcionamento do equipamento e a variabilidade temporal do padrão de consumo. Os métodos de cálculo 3, 4 e O são os que apresentam resultados mais incertos, tendo sido utilizados apenas quando não era viável outra opção. Neste ponto, o consumo de equipamentos de climatização surge como o uso final onde se admite que os resultados podem apresentar maior erro. A estimativa de alguns dos consumos fantasma de aparelhos elétricos foi efetuada com base em valores médios da literatura, sendo que os reais podem ser diferentes.

A comparação com o consumo real identificado nas faturas, que foi realizada para oito estabelecimentos e em 27 períodos entre leituras do contador, permitiu confirmar a exatidão da estimativa e proceder a pequenas correções. De forma geral, os valores faturados corresponderam aos estimados para o consumo total do estabelecimento, com o erro médio, em módulo, a ser de 2%.

Na maioria dos casos onde foram efetuadas correções, foi relativamente fácil identificar os usos finais responsáveis pelo erro, devido a informações incorretas ou ao caráter incerto do método usado. Considerando todos os fatores expostos, pensa-se que as auditorias efetuadas permitiram analisar, com um elevado grau de confiança, o consumo de eletricidade dos 13 estabelecimentos, na situação de referência.

Desta forma, a adaptação dos procedimentos de auditoria energética ao estudo de pequenos espaços de comércio e serviços foi bem-sucedida. O fator mais importante para a análise deste setor foi, sem dúvida, a flexibilidade da metodologia utilizada, face à variedade dos padrões de consumo e das características de funcionamento das entidades. Como referência futura, e em concordância com Gruber *et al.* (2008), sugere-se que, de forma a minimizar o consumo de tempo e recursos, as auditorias se devem focar na informação com caráter relevante que pode ser recolhida rápida e precisamente.

Fontes de energia

Nos estabelecimentos analisados em detalhe, a única fonte de energia identificada foi a eletricidade. De facto, esta é a forma de energia maioritária no setor dos serviços português, com cerca de 75% do consumo final em 2013 (DGEG, 2016). Ainda assim, o gás natural, com 12%, e os derivados do petróleo, com 8%, representam consumos significativos ao nível do setor e no total nacional, que não devem ser ignorados. No entanto, como nas entidades auditadas não são usadas estas fontes, o âmbito do estudo restringiu-se à eletricidade.

Indicadores de desempenho energético

Os valores do consumo específico anual por área das categorias definidas foram comparados, quando possível e adequado, com os valores apresentados na revisão de literatura (figura 5.1). No entanto, dada a antiguidade dos dados portugueses, o diferente contexto dos EUA e a pequena dimensão da amostra analisada, esta comparação serve apenas para verificar a plausibilidade dos resultados obtidos. Em adição, devido ao elevado número de fatores com influência no consumo de energia, pode ser escasso julgar o desempenho apenas através da área (Energy Star, 2008). Dentro de cada categoria estudada e como seria de esperar (DGE, 2002), existe alguma variabilidade entre os estabelecimentos.

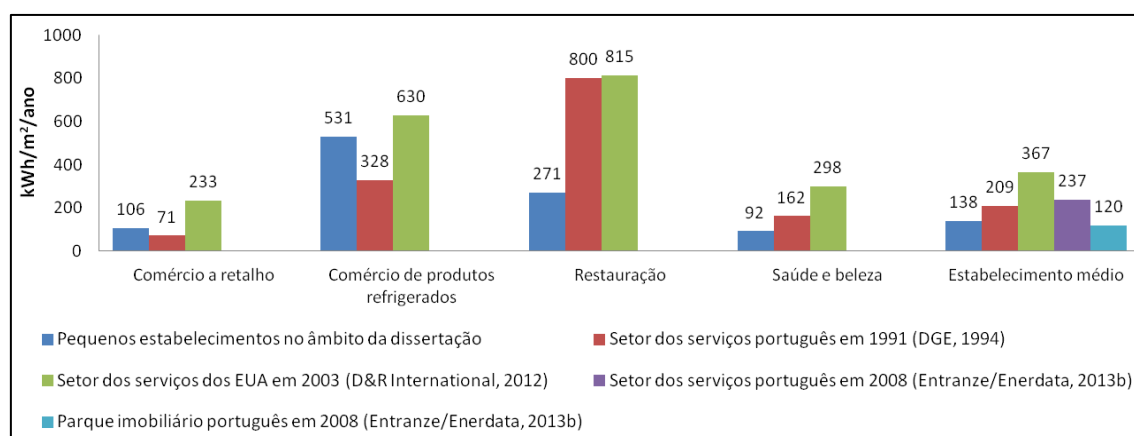


Figura 5.1 – Comparação do consumo específico anual por área com valores da literatura.

Os maiores valores de consumo específico de eletricidade por área foram encontrados no comércio de produtos refrigerados e, de seguida, na restauração. Comparando com os resultados de DGE (1994) e de D&R International (2012), a hierarquia destas duas categorias encontra-se invertida.

Em relação ao comércio de produtos refrigerados, o valor obtido é inferior ao dos EUA e superior ao dos supermercados e hipermercados portugueses (DGE, 1994; D&R International, 2012). De facto, Tassou *et al.* (2011) registam que as pequenas lojas de conveniência são mais intensivas, em termos energéticos, que os grandes retalhistas. Comparativamente aos resultados obtidos por estes últimos autores (entre 700 kWh/m²/ano e 2 000 kWh/m²/ano), no Reino Unido, o consumo específico dos estabelecimentos auditados é inferior. Neste caso, a

diferença pode ser explicada, não só pelo diferente contexto do país, como também por Tassou *et al.* (2011) usarem a área de vendas em vez da área total.

Para a restauração, o valor obtido é bastante inferior aos sugeridos por DGE (1994) e por D&R International (2012). Tal pode dever-se à elevada variedade de estabelecimentos incluídos, à maior eficiência dos equipamentos recentes e às diferentes necessidades de climatização.

A terceira categoria mais intensiva, que já se encontra abaixo da média do setor, é o comércio a retalho de todos os produtos. O valor obtido no estudo é superior ao sugerido por DGE (1994) para as pequenas lojas portuguesas. Por outro lado, é inferior ao dos estabelecimentos de comércio a retalho, excluindo centros comerciais, dos EUA (D&R International, 2012).

No âmbito do estudo, a quarta categoria com maior consumo específico por área é a saúde e beleza. Neste caso, a comparação com valores de referência da literatura é dificultada pela sua escassez. O valor obtido no estudo é inferior aos dos estabelecimentos de saúde sem internamento portugueses e dos EUA (DGE, 1994; D&R International, 2012). Esta diferença pode dever-se ao facto dos valores referidos por estes autores incluírem entidades de maior dimensão e à diversidade de serviços incluídos nas atividades de saúde (Singer *et al.*, 2009).

As restantes categorias de estabelecimentos apresentam valores de consumo específico inferiores a 50 kWh/m²/ano, não sendo possível compará-los diretamente com nenhum outro estudo. No entanto, de forma geral, o comércio de produtos não refrigerados e as atividades culturais e artísticas encontram-se entre os espaços menos intensivos (DGE, 1994).

Finalmente, para o estabelecimento médio, o consumo específico por área é inferior ao geral para o setor dos serviços português em 2008. Por outro lado, é superior ao consumo específico anual de todo o parque imobiliário (Entranze/Enerdata, 2013b). Tal indica, que o pequeno comércio é menos intensivo que as grandes entidades do mesmo setor. No entanto, pode ser mais intensivo que o setor residencial e que o conjunto total de edifícios.

As tendências do consumo específico calculado com base na área são seguidas, de forma geral, pelos outros indicadores. Para o caso do estimado através do número de trabalhadores, a hierarquia de intensidade mantém-se, sendo que a categoria saúde e beleza apresenta valores mais baixos e próximos do comércio geral. De facto, este tipo de estabelecimentos, normalmente, tem mais trabalhadores em espaços mais pequenos que as outras categorias. Por outro lado, o número de empregados pode ser afetado por fatores não relacionados com o tipo de atividade da entidade, como a rentabilidade ou o carácter familiar do negócio.

No estabelecimento médio, o consumo específico anual por trabalhador é de 4,6 MWh/trabalhador/ano, sendo ligeiramente inferior ao valor relativo a todo o setor dos serviços português (5,5 MWh/trabalhador/ano) (Odyssee, 2016a). Assim, neste indicador o pequeno comércio parece apresentar níveis próximos dos gerais do setor terciário.

Quando calculado através do número de horas de funcionamento anuais, o consumo específico também segue a mesma tendência. Todavia, a diferença entre as categorias é

menor que nos outros indicadores. Tal pode dever-se ao facto dos estabelecimentos mais intensivos se encontrarem, geralmente, abertos durante períodos mais longos que os restantes.

Por fim, o indicador de consumo específico por cliente parece não ser adequado para comparar as diferentes categorias. De facto, conforme o conceito do estabelecimento e o tipo de produtos ou serviços fornecidos, o número de fregueses pode flutuar significativamente sem influenciar o respetivo consumo de energia. Ainda assim, pode ser considerado relevante, permitindo aos responsáveis avaliar o custo energético implícito na captação de um cliente.

Uma das vantagens principais do cálculo destes indicadores é a definição de valores limite para efeitos de classificação do desempenho energético dos estabelecimentos (DGE, 1994). Estes podem ser utilizados pelos responsáveis das entidades e por consultores externos para avaliar a eficiência energética do espaço, face ao valor de referência de atividades semelhantes. Assim, a criação de uma base de dados, com os consumos específicos das várias categorias de pequenos estabelecimentos de comércio e serviços, pode funcionar como um incentivo para a implementação de projetos de melhoria dos níveis de eficiência.

Consumo de eletricidade por uso final

A importância relativa dos usos finais de eletricidade contabilizados apresenta uma elevada variabilidade conforme a categoria do estabelecimento. Mesmo para atividades semelhantes, por vezes, o peso de cada uso final no consumo pode mudar de forma substancial. Os valores encontrados na revisão de literatura referem-se, maioritariamente, a edifícios de maior dimensão. Em adição, como respeitam a contextos diferentes do português, a comparação com os resultados obtidos serve apenas para verificar a plausibilidade das tendências gerais da desagregação por uso final de eletricidade.

Nos estabelecimentos de comércio a retalho auditados, os principais usos finais são a climatização e a iluminação, respeitando a tendência descrita por D&R International (2012). Também no caso do comércio de produtos refrigerados, a elevada importância da refrigeração é consistente com os resultados de Tassou *et al.* (2012), que atribuíram a este uso final um peso de mais de 60% do consumo total em lojas de conveniência. O conjunto de todos os estabelecimentos de comércio apresenta valores intermédios entre as duas categorias anteriores.

Os equipamentos de cozinha são o uso final maioritário para os restaurantes dos EUA (D&R International, 2012), enquanto nos auditados é apenas o terceiro com maior dimensão. De facto, nestes estabelecimentos o maior uso final foi, de longe, a refrigeração, que nos EUA apenas consome 16% da energia total (D&R International, 2012). Desta maneira, esta categoria parece ser particularmente sensível ao tipo de atividades que decorrem na entidade, com diferenças significativas tanto no consumo total como no consumo por uso final.

A diversidade encontrada na restauração também foi registada na categoria saúde e beleza. Nesta, a desagregação efetuada por D&R International (2012), para os edifícios de saúde sem internamento e para os outros serviços, revela algumas diferenças face aos estabelecimentos auditados. Nos EUA, a climatização e, de seguida, a iluminação são os usos principais, enquanto nas entidades de Telheiras são a climatização e o aquecimento de águas sanitárias. A maior dimensão dos espaços analisados por D&R International (2012), as várias atividades incluídas no âmbito da categoria e as diferenças entre os contextos dos diferentes países explicam estes resultados. A desagregação por uso final das restantes categorias de estabelecimentos não foi comparada com nenhuma referência, devido à pequena dimensão da amostra analisada e à falta de informação na literatura.

Para o estabelecimento médio do bairro de Telheiras, os maiores usos finais de eletricidade são a climatização e a iluminação, o que segue a tendência revelada por Gruber *et al.* (2008) e PwC *et al.* (2014) para os edifícios do setor terciário da UE. No entanto, estes autores colocam a iluminação como o principal, enquanto nos pequenos estabelecimentos o maioritário parece ser a climatização. Esta diferença pode ser justificada pelo facto dos edifícios de maior dimensão consumirem mais eletricidade em iluminação, em termos relativos, face aos de menor tamanho (EIA, 2009). Adicionalmente, a disponibilidade de luz natural durante as horas de expediente não é igual para Portugal e para a UE. O elevado peso da climatização pode dever-se ao escasso uso de ventilação natural e à utilização excessiva dos sistemas AVAC.

A hierarquia entre o consumo em aquecimento de espaços, arrefecimento de espaços e ventilação também se encontra de acordo com Gruber *et al.* (2008). No setor residencial português, Lopes & Melo (2011) afirmam que as necessidades de aquecimento são superiores às de arrefecimento, o que pode ocorrer igualmente nos serviços. Contudo, o maior peso do aquecimento de espaços pode ser explicado não só pelas necessidades de aquecimento, mas principalmente pela utilização de equipamentos elétricos ineficientes para as satisfazer. Por outro lado, o arrefecimento de espaços baseia-se sempre em sistemas de ar condicionado, com níveis de eficiência bastante superiores.

No caso da refrigeração, o resultado obtido para o estabelecimento médio de Telheiras evidencia um peso muito superior aos enunciados por Gruber *et al.* (2008) e PwC *et al.* (2014). Dentro da amostra auditada, a dimensão deste uso final varia significativamente, com algumas categorias a apresentar um consumo muito elevado. Nestas, Tassou *et al.* (2012) afirmam que a refrigeração tem um peso superior em pequenos estabelecimentos, com maior densidade de equipamentos, face aos grandes edifícios comerciais. Este facto pode justificar a maior prevalência deste uso nos espaços analisados, indicando a sua importância para o setor do pequeno comércio e serviços.

Por outro lado, o peso dos equipamentos de escritório no estabelecimento médio de Telheiras é consistente com o valor apresentado por Gruber *et al.* (2008) para o setor terciário da UE. Tal

indica que o consumo destes aparelhos elétricos é significativo nos serviços, independentemente da dimensão do espaço em causa.

O aquecimento de águas sanitárias parece ser mais relevante para o pequeno comércio e serviços do que para o setor terciário da UE como um todo (Gruber *et al.*, 2008). Neste último, o valor baixo pode dever-se à presença de edifícios de grande dimensão onde o uso de água quente sanitária não é relevante.

Gruber *et al.* (2008) e PwC *et al.* (2014) atribuem a posição de segundo maior uso final de eletricidade, no setor terciário europeu, aos outros equipamentos. Na avaliação efetuada nas auditorias, estes correspondem não só aos especializados, mas também à cozinha e à higiene e limpeza. Mesmo agregando estes usos finais, o peso dos outros equipamentos na amostra analisada é apenas de 10%, o que representa menos de metade do valor enunciado para o setor terciário europeu (Gruber *et al.*, 2008; PwC *et al.*, 2014). Assim, nos pequenos estabelecimentos os outros usos de eletricidade parecem não ser tão importantes, face às tecnologias transversais, embora com diferenças substanciais entre categorias. Outro consumo significativo para os serviços no geral, mas que não tem expressão no âmbito do estudo, é o derivado de motores elétricos (Gruber *et al.*, 2008).

Medidas de eficiência energética

As medidas de eficiência selecionadas no âmbito das auditorias energéticas são as mais comuns encontradas na revisão de literatura. O uso das três opções, nomeadamente +eficiência, mercado e –custo, permitiu incorporar a variabilidade do mercado e das preferências e necessidades dos consumidores. Ao nível dos estabelecimentos auditados, o uso de parâmetros relativos a produtos reais facilita a implementação das medidas de eficiência. A sua agregação posterior, onde foi atribuído maior peso à representativa do mercado, justifica-se pela necessidade de simplificar a análise e comunicação dos resultados.

Neste ponto, não foram consideradas intervenções de grande exigência técnica, nem relacionadas com os usos de eletricidade especializados. Caso estas fossem incluídas, os potenciais de poupança seriam provavelmente maiores, requerendo, no entanto, uma avaliação ainda mais detalhada dos padrões de consumo de cada estabelecimento. Desta maneira, pensa-se que o conjunto de medidas definido engloba as mais importantes para o setor do pequeno comércio e serviços, onde a maioria pode ser implementada sem necessidade de recorrer a profissionais externos.

Na iluminação, e apesar do peso significativo da tecnologia fluorescente tubular, não foram propostas medidas relacionadas com a utilização de balastros eletrónicos. De facto, nos estabelecimentos, não foi possível identificar o tipo de balastro usado atualmente. Para além desta medida, proposta por ITG (2013), as associadas ao desenho e à manutenção do sistema também não foram analisadas. Em adição, não foram avaliados os efeitos da melhoria da eficiência da iluminação nos sistemas de climatização, com possível redução de 10% a 20%

das necessidades de arrefecimento (Energy Star, 2008) e aumento das de aquecimento (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008).

As vantagens enunciadas para a tecnologia LED, na maioria da literatura sobre o tema (O.Ö. Energiesparverband, 2012), justificam a sua escolha para substituir as lâmpadas atuais dos estabelecimentos. Apesar do seu preço poder ser um obstáculo (McGraw-Hill Construction, 2010), foi possível identificar produtos a custos relativamente baixos, através da pesquisa de mercado abrangente. A agregação dos quatro tipos principais de casquilhos foi uma simplificação do procedimento de escolha das lâmpadas adequadas para cada estabelecimento, com efeitos limitados na qualidade dos resultados. Nos casos em que é necessário alterar o suporte, os custos são maiores mas não proibitivos.

Em relação à instalação de sensores, o investimento considerado é inferior ao enunciado pelo ITG (2013), cerca de 30 euros, sendo que a diferença pode ser justificada pelos relativamente baixos custos de instalação assumidos. Embora não tenha sido efetuada uma avaliação detalhada da disponibilidade de luz natural, de acordo com Gruber *et al.* (2008), na maioria das divisões com uso permanente no setor dos serviços, esta tem qualidade boa ou média.

Para o uso final cozinha, a única medida que foi possível propor foi a eliminação da potência fantasma de pequenos aparelhos. Apesar do uso otimizado dos equipamentos poder levar a poupanças de 7% no seu consumo de energia (SEDAC, 2011a), estas são mais difíceis de contabilizar e exigem informação detalhada sobre os comportamentos dos trabalhadores. Este facto, associado ao pequeno peso deste uso final na maioria dos estabelecimentos, levou a não serem consideradas ações adicionais.

Na refrigeração, não foi considerado o efeito de ações simples como a verificação da temperatura ou a colocação das unidades longe de fontes de calor (Gruber *et al.*, 2008). Em adição, não foram propostas medidas de elevada complexidade técnica, como a recuperação de calor e a introdução de refrigerantes naturais (Xcel Energy Inc., 2011; Galvez-Martos *et al.*, 2013). Embora tenha sido sugerida a substituição da iluminação atual por LED, os seus efeitos no processo de refrigeração não foram avaliados.

A substituição por equipamentos mais eficientes, que apresentam rótulo energético de acordo com a Diretiva n.º 2010/30/UE, foi a medida mais simples proposta. No entanto, para a maioria das unidades de refrigeração de tipologia comercial, e ao contrário do que acontece para as de uso doméstico, o mercado ainda não comunica esta informação aos consumidores de forma sistemática. Assim, não foi possível avaliar os efeitos da substituição de alguns equipamentos, com elevado peso no comércio de produtos alimentares e na restauração, como as bancadas, vitrinas e armários refrigerados.

A medida de manutenção proposta, para as arcas de congelação horizontais, começou por ser sugerida pelo proprietário do estabelecimento Arka. Neste, o procedimento de limpeza do gelo das bobinas já era efetuado, sendo avançada a possibilidade de aumentar a sua frequência. A medição do consumo de eletricidade de três dos equipamentos, antes e depois da

descongelção, revelou que existe, de facto, uma poupança associada à sua manutenção adequada. Os valores relativos obtidos parecem ser plausíveis, sendo inferiores aos sugeridos por Npower Limited (2013).

Os parâmetros relacionados com a instalação de portas de vidro em armários refrigerados abertos foram totalmente retirados da literatura. Como os custos tiveram ser ajustados à realidade portuguesa, através do índice de poder de compra local, estão sujeitos a alguma incerteza. A única maneira de obter uma estimativa mais fiável seria pedir um orçamento a fornecedores especializados nesta área. Os efeitos desta intervenção na climatização do estabelecimento não foram avaliados em detalhe, sendo que segundo Evans (2014) podem causar um aumento nas necessidades de arrefecimento. No entanto, os custos estimados para a operação de uma unidade de ar condicionado durante o verão, associada à melhoria da ventilação do espaço, parecem ser inferiores às poupanças anuais geradas.

Em relação aos equipamentos de higiene e limpeza, só foi possível propor a substituição de uma máquina de lavar roupa. De facto, este uso final é o menos relevante no cômputo geral do setor do pequeno comércio e serviços, não justificando atenção especial.

No equipamento de escritório, a medida proposta incidiu na eliminação de consumos fantasma ou desnecessários. Esta trata-se de uma intervenção classificada como técnica, mas onde a componente comportamental é muito importante. A substituição de pequenos equipamentos por outros mais eficientes não é, tipicamente, considerada uma medida de eficiência, não sendo incluída no âmbito do estudo. No entanto, o seu impacto poderia ser significativo, com possíveis reduções até 80% do consumo em computadores pessoais (Rhônalpennergie-Environment, 2012). O efeito da melhoria da eficiência de equipamentos de escritório nas necessidades de arrefecimento do espaço não foi avaliado, embora Hitchin *et al.* (2015) afirme que as possa reduzir até 14%.

Em todos os estabelecimentos com consumo de água quente sanitária, foi sugerida a instalação de sistemas solares térmicos de termossifão, não sendo avaliada em detalhe a sua viabilidade técnica. De facto, a colocação destes equipamentos deve seguir critérios específicos, como a exposição e o ângulo (IA, 2011), que, caso exista interesse por parte do proprietário do espaço, devem ser avaliados em estudos subsequentes. O investimento estimado para estes sistemas é ligeiramente inferior ao descrito por IA (2011), para o setor residencial. Ainda em relação a este uso final, devido à sua natureza incerta, não se avaliou o efeito da melhoria do isolamento e da redução do uso de água, como proposto por Fleiter *et al.* (2012a).

Na climatização, a medida mais importante foi a melhoria das boas práticas de operação, sendo que a regulação adequada da temperatura do ar interior é a mais simples (Boyano *et al.*, 2013). A contabilização das poupanças associadas a esta intervenção baseou-se numa simplificação do método proposto por Aelenei (2009), para cálculo dos ganhos e perdas térmicas de edifícios. No entanto, a sua adaptação ao propósito e às características específicas

do estudo foi de autoria própria. Apesar da presença de possíveis fatores de erro, considera-se que a estimativa das poupanças derivadas desta intervenção é plausível.

Neste uso final, não se consideraram medidas relacionadas com o encerramento de portas e janelas abertas, ou com a instalação de portas automáticas (Npower Limited, 2013), por serem ambíguas e de difícil contabilização. Também o papel da manutenção periódica não foi avaliado, embora Energy Star (2008) afirme que pode ser significativo e pareça não ser rotina nos estabelecimentos analisados. A seleção final dos produtos existentes no mercado foi efetuada com base no EER e no COP, sendo que os valores sazonais (SEER e SCOP) são considerados mais adequados para avaliar a sua eficiência (Eng. Jorge Carvalho, 2016). No entanto, dada a necessidade de comparar as alternativas com os equipamentos atuais, teve de se recorrer aos índices simples.

O uso de ventilação natural para reduzir as necessidades de arrefecimento foi proposto em dois casos, sendo que a redução no consumo considerada, face ao total da climatização, se encontra na gama de valores referidos por Hitchin *et al.* (2015). Dado não existirem valores de referência sobre o custo associado a esta medida, foi considerado um orçamento de 200 a 300 euros, que apenas poderia ser confirmado através da negociação com empreiteiros.

Ainda em relação à climatização, a intervenção na vertente construtiva dos estabelecimentos baseou-se nos parâmetros enunciados por Lopes & Melo (2011), para o setor doméstico português. A transposição para os estabelecimentos de comércio e serviços é justificada pela sua localização em edifícios residenciais e pelo facto de BPIE (2011) afirmar que as medidas devem ser similares entre os dois setores. Em adição, os custos e poupanças associadas também se encontram na gama sugerida por PCM (2008) e por BPIE (2011).

Tal como noutros casos, a avaliação da viabilidade técnica das intervenções de reabilitação não foi detalhada, sendo a idade do edifício e o peso relativo das cargas térmicas internas e externas os únicos critérios estudados. Assim, caso exista interesse por parte do proprietário em implementar as medidas, devem ser efetuados estudos mais aprofundados. No entanto, os investimentos associados a esta medida, tal como acontece no setor residencial (Lopes & Melo, 2011), parecem ser proibitivos. A verdadeira mais-valia desta intervenção não é a poupança financeira, mas sim o aumento do conforto e da saúde dos ocupantes.

Alguns autores consideram que a eletricidade é inadequada para cozinhar e para aquecimento de águas sanitárias e de espaços, sugerindo que a maior penetração do gás natural tem vantagens tanto em termos energéticos como ambientais (IA, 2011). Não se tratando de uma medida de eficiência, tal não foi avaliado no âmbito deste estudo. Em adição, na perspetiva do objetivo de redução do consumo de combustíveis fósseis, o apoio ao uso de gás natural pode não ser desejável.

Embora a instalação de unidades de produção para autoconsumo no comércio e serviços pareça ser viável (Maleitas, 2015), tal não foi avaliado no âmbito do estudo. Também a

introdução de sistemas de gestão de energia não foi estudada, sendo que o WEC (2013b) atribuiu-lhe o potencial para reduzir o consumo em pelo menos 5%.

A redução da potência contratada e a alteração do tarifário de eletricidade, não sendo medidas de eficiência, foram avaliadas apenas de forma superficial. Em relação à primeira, identificou-se esta possibilidade em cinco estabelecimentos, mesmo usando uma margem de segurança de 100%, com poupanças financeiras anuais entre 17 e 52 euros. A alteração para um tarifário bi-horário foi proposta em três estabelecimentos, estando associada à transferência de cargas elétricas relevantes para as horas de vazio. Caso os proprietários mostrem interesse nestas ações, deve proceder-se a estudos adicionais para confirmar a sua viabilidade técnica. Por outro lado, como a potência reativa não é penalizada nestes estabelecimentos, não foram propostas medidas para a reduzir.

Potencial de poupança de eletricidade nos estabelecimentos

A aplicação das medidas de eficiência, em cada estabelecimento, possibilitou o cálculo dos quatro tipos de potenciais de poupança definidos. A escolha do limite de três anos para o potencial com alta rentabilidade baseou-se em WSBF & Carbon Connect (2013), que consideram este valor o período de retorno máximo aceite por PME. Também durante as auditorias energéticas realizadas, esta foi a resposta mais comum entre os proprietários dos estabelecimentos, sendo que os valores variaram entre 1 e 5 anos.

Neste ponto, torna-se relevante notar que a seleção das ações foi efetuada à escala dos equipamentos individuais e, assim, o período de retorno associado ao conjunto de ações proposto em cada potencial é inferior ao teto imposto. Tal deve-se ao facto das poupanças oferecidas pelas medidas mais rentáveis compensarem os custos das menos rentáveis, sendo que a influência deste fator varia entre as atividades. Tendo isto em conta, com taxa de desconto a 7%, o retorno associado à implementação de todas as medidas, para o estabelecimento médio, é de cerca de 20 anos. Para o caso do potencial económico e do com média rentabilidade, este efeito é ainda mais notável, com o período de retorno a ser reduzido para três e dois anos, respetivamente. Por fim, tendo em conta a implementação de todas as medidas com rentabilidade alta, o retorno ocorre em apenas um ano.

Caso fosse usada uma taxa de crescimento para os preços da energia, os períodos de retorno dos potenciais de poupança seriam menores. No setor doméstico português, os preços da eletricidade aumentaram a uma taxa média anual de 5%, desde 2004 (DGEG, 2015e), não havendo razão para prever reduções nos próximos anos. Em adição, nas faturas de eletricidade recolhidas durante as auditorias, notou-se que o custo do kWh aumentou face aos valores enunciados por ERSE (2015) e utilizados no cálculo do retorno das medidas.

Os maiores valores relativos de poupança foram encontrados nas categorias associação cultural e gráfica, onde apenas foi auditado um estabelecimento em cada. Não incluindo estas duas, os valores de poupança obtidos, em relação ao consumo atual, situam-se entre 22%, na

restauração, e 25%, no comércio geral, para o potencial com rentabilidade alta. Esta ordem de grandeza é semelhante à encontrada por Gruber *et al.* (2008) na realização de auditorias em estabelecimentos do setor dos serviços de vários países europeus. Entre todos os estabelecimentos auditados, o potencial com rentabilidade alta variou entre 9% e 55%, evidenciando a elevada variação no desempenho energético das entidades deste setor.

Novamente para o potencial com rentabilidade média, os maiores valores foram obtidos para a categoria associação cultural. Excluindo esta, verifica-se que as poupanças, face ao consumo atual, variam entre 24%, para o comércio de produtos refrigerados, e 34%, para o comércio geral. A ordem de grandeza destes valores é superior à encontrada por Gruber *et al.* (2008). Entre todos os estabelecimentos auditados, o potencial com rentabilidade média variou entre 22% e 56%.

As poupanças económicas, face ao consumo atual, variam entre 25%, no comércio de produtos refrigerados, e 57%, nas associações culturais. O relativamente baixo valor da primeira categoria é explicado pelo elevado peso de equipamentos de refrigeração no consumo total, para os quais não foram propostas medidas de eficiência. De forma geral, os valores obtidos são superiores aos enunciados por PwC *et al.* (2014), para os mesmos tipos de atividades do setor dos serviços, à escala da UE. Entre todos os estabelecimentos auditados, o potencial económico variou entre 24% e 63%.

Por fim, as poupanças máximas teóricas, face ao consumo atual, variam entre 27%, para o comércio de produtos refrigerados, e 69%, para as associações culturais. Esta gama de valores encontra-se dentro do limite sugerido por (CE, 2011d), que afirma que o consumo em edifícios existentes pode ser reduzido em cerca de três-quartos, com recurso a soluções comprovadas. Entre todos os estabelecimentos, o potencial técnico variou entre 26% e 78%.

Na figura 5.2, compara-se os potenciais de poupança de eletricidade obtidos para o pequeno estabelecimento médio de Telheiras com valores relevantes encontrados na literatura. O potencial técnico médio obtido na dissertação, que não é afetado pela seleção da taxa de desconto, é superior ao referido por Grilo (2012) para o setor residencial português. No entanto, é um pouco inferior ao valor sugerido por BMU & Fraunhofer ISI (2012), para o setor terciário europeu até 2050.

O potencial económico, para o estabelecimento médio, situa-se em 39%, com uma diferença de quatro pontos percentuais entre o calculado com taxa de desconto de 7% e de 14%. Assim, é a longo prazo que este fator tem maior influência, sendo que, ainda assim, as economias disponíveis continuam a ser muito significativas. A comparação com os valores da literatura coloca este valor a par do potencial de poupança técnico para o consumo de energia final no setor terciário da UE, até 2030 (Fraunhofer ISI *et al.*, 2009). Em adição, é bastante superior ao calculado para o setor residencial português (Grilo, 2012).

O potencial com rentabilidade média, para o estabelecimento médio de Telheiras, é de 32%, existindo uma diferença de três pontos percentuais para o calculado com taxa de desconto a

14%. Assim, para períodos de retorno até 6 anos, este fator parece já ser significativo para a implementação de medidas de eficiência. Esta economia, em relação ao consumo atual, é semelhante à referida por PwC *et al.* (2014) para o potencial de poupança de eletricidade, em condições económicas até 2030.

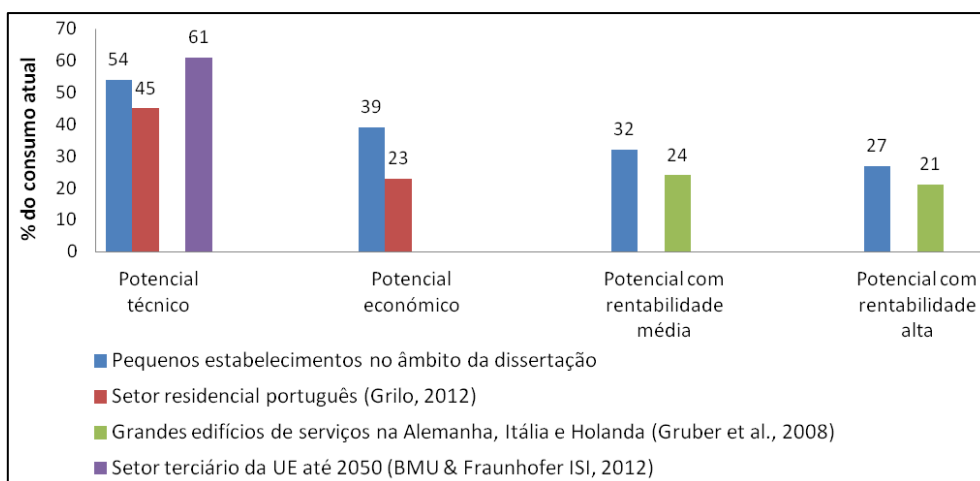


Figura 5.2 – Comparação dos potenciais de poupança de eletricidade com valores da literatura.

Em relação ao estabelecimento médio, o potencial com rentabilidade alta situa-se em 27%, quando calculado com taxa de desconto a 7%, existindo uma diferença de apenas um ponto percentual para o calculado com taxa de desconto a 14%. Tal confirma que a seleção desta variável não afeta substancialmente as medidas com períodos de retorno curto. Estes valores são ligeiramente superiores aos estimados por Gruber *et al.* (2008) para um conjunto de estabelecimentos de maior dimensão. Em adição, também são superiores aos modelados por Fraunhofer ISI *et al.* (2009) para todas as tipologias de potencial de poupança de eletricidade no setor terciário europeu. À mesma escala, mas para o consumo de energia final, o valor relativo obtido é semelhante ao enunciado por PwC *et al.* (2014) e Fraunhofer ISI *et al.* (2009), para cenários de elevada intensidade política até 2030.

O estabelecimento médio investe cerca de 317 €, para o potencial com rentabilidade alta, 568 €, para o com rentabilidade média, 1 123 €, para o económico, e 6 156 €, para o técnico. Neste último tipo, os custos das medidas são inferiores aos referidos por Lopes & Melo (2011) para a reabilitação da vertente construtiva das habitações portuguesas (9 000 €/habitação). Também, em relação às poupanças custo-eficazes, o investimento é inferior ao registado por Grilo (2012) para o setor residencial português (1 623 €/habitação). Excluindo o potencial técnico, os maiores custos estão sempre associados às categorias comércio de produtos refrigerados e restauração, enquanto os menores se encontram no comércio geral.

No estabelecimento médio, as intervenções comportamentais permitem poupar, em média, 6% do consumo atual, variando entre 0% e 10% nas entidades auditadas. Assim, o valor obtido é inferior ao proposto por Murakami *et al.* (2009), EEA (2013) e IEA (2014b) para o potencial das intervenções comportamentais. Por outro lado, encontra-se mais próximo da gama enunciada

por National Action Plan for Energy Efficiency (2009), que afirma que é possível poupar entre 9% e 24% do consumo de energia de uma empresa através de medidas de operação e manutenção. O baixo valor obtido nos estabelecimentos auditados pode ser justificado pelo critério estrito para classificar uma intervenção como comportamental, onde são excluídas as que podem apresentar qualquer encargo financeiro. Para outros autores, pequenos investimentos em eficiência, como a compra de um bloco de tomadas com interruptor, podem ser incluídos nesta tipologia de medidas.

Potencial de poupança de eletricidade por uso final

Na iluminação é possível poupar, de forma económica, 72% da eletricidade consumida atualmente, o que é semelhante ao valor de 75% proposto por O.Ö. Energiesparverband (2012). Por outro lado, é bastante superior ao sugerido por PwC *et al.* (2014), que afirma ser custo-eficaz poupar 38% do consumo em iluminação no setor dos serviços europeu até 2030. Entre as categorias de estabelecimentos, a economia com rentabilidade alta varia entre 58% e 79%, sendo o uso final com maior redução em termos relativos. A substituição da tecnologia atual por LED fornece a maioria das poupanças.

Em equipamentos de cozinha, a eliminação da potência fantasma permite economizar entre 4%, nos restaurantes, e 63%, na categoria saúde e beleza, do consumo atual. Neste uso final, não existem diferenças muito significativas entre os quatro tipos de potenciais definidos, sendo o valor médio de 34%. Este valor é superior ao sugerido por PwC *et al.* (2014), que afirma ser custo-eficaz poupar 13% do consumo em cozinha no setor dos serviços europeu até 2030. Esta diferença pode dever-se à pequena dimensão do uso de energia destes equipamentos nas categorias analisadas, com a exceção da restauração, onde a eliminação dos consumos fantasma se traduz em poupanças significativas em termos relativos.

Na refrigeração, o potencial de poupança técnico, do estabelecimento médio, é de 55% do consumo atual. Quando se coloca a restrição do período de retorno máximo de 15 anos, este valor diminui para 34%, revelando que a substituição de uma parte significativa dos equipamentos não é custo-eficaz. Este valor é muito superior ao proposto por PwC *et al.* (2014), que só considera custo-eficaz poupar 6% da energia consumida em refrigeração no setor dos serviços europeu até 2030. No potencial com rentabilidade alta, a redução do consumo em refrigeração varia entre 0%, para a associação cultural, e 23%, para a restauração. Os menores valores originam de medidas comportamentais e os maiores da compra de equipamentos eficientes e da colocação de portas em expositores abertos. Esta gama de valores é semelhante às poupanças de até 20% do consumo atual, com medidas de baixo custo, sugeridas por Gruber *et al.* (2008).

Para os equipamentos de escritório, a eliminação dos consumos fantasma e desnecessários permite, de forma homogênea entre os quatro potenciais, poupar 43% da energia consumida no estabelecimento médio. Entre as várias categorias, este valor é bastante constante, variando entre 36% e 46%. Estes valores são superiores ao proposto por PwC *et al.* (2014),

que considera custo-eficaz poupar 27% da energia consumida em equipamentos de escritório no setor dos serviços europeu até 2030. Por outro lado, são consistentes com a poupança máxima a nível individual de 50% do consumo atual, sugerida por Rhônalpennergie-Environment (2012). Desta forma, a exploração do potencial de poupança total deste uso final parece ser altamente rentável, sendo o investimento associado muito baixo.

Em todas as categorias com consumo de água quente sanitária, é tecnicamente possível poupar cerca de 74% da energia consumida, visto que foi este o valor de referência utilizado. No entanto, quando se considera um período de retorno máximo de 15 anos, estas economias são reduzidas para 26%, indicando que a instalação de sistemas solares térmicos não é custo-eficaz em muitos dos estabelecimentos. Neste caso, o valor obtido é notavelmente semelhante ao enunciado por PwC *et al.* (2014), que afirma ser possível poupar 24% da energia consumida em aquecimento de águas sanitárias no setor dos serviços europeu, até 2030. Ao nível dos estabelecimentos analisados, o potencial económico varia entre 0%, para o comércio de produtos refrigerados, e 37%, para a restauração. Esta última categoria parece ser a mais adequada para a instalação de tecnologias de aproveitamento direto da radiação solar. Por outro lado, o potencial de poupança com rentabilidade alta neste uso final é só de 1% do consumo atual, apenas englobando medidas comportamentais.

Na climatização, o potencial de poupança técnico, para o estabelecimento médio, é de 58% do consumo atual, variando entre 30% e 73% para as várias categorias. Este valor máximo encontra-se em concordância com a conclusão de Hitchin *et al.* (2015) de que a aplicação universal das melhores práticas disponíveis pode reduzir o consumo de energia em ar condicionado até 80%. Quando se coloca a restrição do período de retorno de 15 anos, o potencial de poupança diminui para 28% do consumo atual, para o estabelecimento médio. Tal deve-se à exclusão de todas as medidas de reabilitação da vertente construtiva e de grande parte das relacionadas com a substituição dos equipamentos atuais. Este valor é superior ao enunciado por PwC *et al.* (2014), para o aquecimento de espaços no setor dos serviços europeu (26%), e inferior ao associado à ventilação e ar condicionado (47%). Por fim, o potencial com rentabilidade alta é de 17% do consumo atual no estabelecimento médio, com a preponderância das medidas comportamentais e do uso de ventilação natural. Assim, este valor é superior às economias de 10%, disponíveis através da boa operação dos equipamentos, sugeridas por Gruber *et al.* (2008).

No potencial com rentabilidade alta, as maiores poupanças devem-se às medidas incidentes na refrigeração, seguindo-se a iluminação e a climatização. Os equipamentos de escritório ainda têm um peso de 5% no total, sendo que os outros usos finais são pouco significativos. Comparando com a desagregação registada por Gruber *et al.* (2008), nas suas auditorias em estabelecimentos do setor dos serviços, destaca-se a maior importância dada por estes autores aos equipamentos de escritório. Por outro lado, nos pequenos estabelecimentos analisados a refrigeração contribuiu com cerca de 42% para o potencial de poupança total, enquanto no estudo de Gruber *et al.* (2008) o seu peso era apenas 24%. A dimensão atribuída

à iluminação e à climatização é consistente entre os resultados da análise a pequenos estabelecimentos e os obtidos por Gruber *et al.* (2008). O investimento associado à exploração do potencial com rentabilidade alta foca-se na refrigeração, com cerca de 54% do total, e na iluminação, com 39%. Assim, destaca-se a capacidade das intervenções na climatização, que produzem 21% das poupanças, com apenas 2% dos custos totais.

Custo unitário por kWh evitado

Para o estabelecimento médio, o custo unitário por kWh evitado das medidas de eficiência propostas no potencial com rentabilidade alta é de 0,013 €/kWh evitado. De forma geral, este valor encontra-se na mesma ordem de grandeza dos aceites no PPEC, onde, em 2013-2014, o custo global foi de 0,009 €/kWh evitado e o médio para o segmento dos serviços foi de 0,007 €/kWh (ERSE, 2014b). Dado que estes valores apenas incluem a componente financiada diretamente pelo PPEC, cerca de 65% do investimento total (ERSE, 2014b), os verdadeiros custos unitários das medidas são 0,012 €/kWh evitado, para todas as medidas do plano, e 0,009 €/kWh evitado, para o segmento dos serviços. Estes valores são notavelmente próximos dos obtidos para o potencial com rentabilidade alta nos estabelecimentos auditados.

O custo unitário da medida marginal do PPEC 2013-2014, para o segmento dos serviços, foi de 0,051 €/kWh evitado (ERSE, 2014b). Este valor é superior aos obtidos nos estabelecimentos auditados para o potencial de poupança económico, que variam entre 0,010 €/kWh evitado e 0,039 €/kWh evitado. Assim, os custos e benefícios associados à exploração das economias disponíveis no setor do pequeno comércio e serviços parecem enquadrar-se adequadamente no contexto do PPEC. De referir também, que os valores obtidos para o potencial económico são inferiores ao diferencial de custo de produção de energia elétrica de energia renovável face à produção em centrais convencionais (0,056 €/kWh em 2013) (ERSE, 2014b). Assim, tal como referido por ERSE (2014b), a redução dos consumos através da melhoria da eficiência, no setor do pequeno comércio e serviços, demonstra ser competitiva relativamente à produção a partir de fontes renováveis. Simões *et al.* (2014) vão um passo mais longe, afirmando que as medidas de eficiência no consumo, aparentemente, tornam as novas centrais de ciclo combinado a gás natural não competitivas no sistema energético português.

Motivações e barreiras

No contexto das auditorias, verificou-se que, de facto, a redução dos custos operacionais é o principal incentivo para a redução do consumo de energia (WSBF & Carbon Connect, 2013). O nível de sensibilização dos proprietários dos estabelecimentos, face aos custos da energia, também mostrou uma variação considerável (WSBF & Carbon Connect, 2013). Nas entidades com consumos mais intensivos, e tal como enunciado por Schleich & Gruber (2008), as preocupações com o desempenho energético parecem estar mais enraizadas. De forma semelhante ao referido por EEA (2013), os responsáveis dos estabelecimentos de Telheiras comprometeram-se com o processo de auditoria e mostraram-se interessados nos resultados.

O elevado número de entidades que desenvolvem as suas atividades em espaços arrendados, 77% das auditadas e 85% da amostra total, confirma a importância atribuída pela IEA (2014b) ao problema da divergência de incentivos neste setor. De facto, a maioria dos responsáveis pelos estabelecimentos mostraram-se adversos a qualquer medida com efeito na vertente construtiva. Por outro lado, cerca de 85% das entidades auditadas e 81% das visitadas não têm certificado energético, sendo que algumas podem estar mesmo em incumprimento da lei, o que revela a ineficácia deste mecanismo para produzir poupanças.

A falta de conhecimento sobre os padrões de consumo atual e sobre medidas de poupança e a baixa prioridade atribuída à eficiência foram evidentes em alguns dos espaços auditados, como também demonstraram Schleich & Gruber (2008). Em adição, estes estabelecimentos parecem priorizar o conforto e capacidade de atração dos clientes, em detrimento do uso eficiente de recursos (National Action Plan for Energy Efficiency, 2008).

Embora não tenha sido possível obter um número de respostas significativo, o teto de investimento mais comum foi de cerca de 1 000 euros, sendo possível que seja inferior nas entidades que não responderam. Assim, apesar das barreiras financeiras poderem impedir a exploração de parte das poupanças energéticas, não parecem ser a causa do não aproveitamento de oportunidades com rentabilidade média e alta. Neste caso, os principais obstáculos podem ser as empresas subestimarem os seus potenciais de economia, acreditarem que os custos não são controláveis ou que o seu espaço já é eficiente (Gruber & Brand, 1991, *fide* Fleiter *et al.*, 2012b; National Action Plan for Energy Efficiency, 2008). Em adição, e em concordância com Stephenson *et al.* (2010), algumas entidades não estão dispostas a considerar alterações nos comportamentos energéticos.

A implementação das medidas propostas em auditorias é crucial para alcançar as poupanças estimadas (WEC, 2010). No entanto, devido às diferentes perspetivas do auditor e do responsável pela entidade (Fleiter *et al.*, 2012a), nem sempre é possível explorar todo o potencial identificado. Como algumas das medidas propostas podem perturbar o funcionamento habitual dos estabelecimentos, admite-se que a sua implementação possa ser rejeitada. Em adição, é necessária uma abordagem holística para intervir em eficiência (Retail Forum, 2009), sendo que, nas auditorias, as interações entre os vários sistemas não foram analisadas em detalhe.

5.2 Escala do bairro de Telheiras

Estimativa do potencial de poupança de eletricidade

A extrapolação entre a escala dos estabelecimentos e a do bairro foi efetuada com base em quatro variáveis de atividade. Estes dados foram recolhidos através de visitas às entidades e entrevistas pessoais, o que garante a sua qualidade. No total, foi obtida informação sobre 42%

dos espaços relevantes em Telheiras, o que representa uma porção significativa deste universo.

A comparação entre a idade média dos estabelecimentos auditados e da amostra total revela valores semelhantes para a maioria das categorias. Apenas no caso da restauração, os espaços analisados em detalhe são significativamente mais recentes que a média do bairro, com cinco anos de diferença entre a sua inauguração. Este fator pode afetar, de forma não prevista, o padrão de consumo de energia dos estabelecimentos.

Também em relação à área, a informação recolhida nas auditorias parece ser similar à relativa a todos os estabelecimentos visitados, com a exceção da categoria saúde e beleza, onde o segundo conjunto apresenta valores significativamente maiores. Para o número de trabalhadores, os dados recolhidos pelos dois métodos também são homogéneos. Por fim, as únicas categorias onde foram registadas diferenças significativas no número de horas de funcionamento anuais, entre os dados das auditorias e os dos questionários, foram a restauração e a associação cultural. A geral consistência destes dados facilitou a extrapolação do consumo de eletricidade e dos potenciais de poupança, para a escala do bairro.

Relativamente à informação recolhida sobre por uso final dos estabelecimentos, esta é praticamente homogénea entre a amostra auditada e a total. A principal exceção foi a refrigeração, onde as entidades auditadas no comércio de produtos refrigerados e na restauração apresentam um número de equipamentos superior à média do bairro. Assim, é provável que os consumos e poupanças associados a estas categorias estejam sobrestimados. Por outro lado, é possível que alguns equipamentos, tanto nesta categoria como noutras, não tenham sido identificados durante a visita única associada às auditorias simples.

O consumo anual de energia nos 107 estabelecimentos de Telheiras foi estimado em 936 MWh, para a média dos quatro indicadores utilizados na extrapolação. Considerando o valor de consumo unitário para o setor residencial, enunciado por Grilo (2012), tal corresponde a cerca de 120 residências. As categorias com maior peso no consumo total do bairro são a restauração e, de seguida, o comércio de produtos refrigerados, admitindo-se que os seus valores podem estar um pouco sobrestimados.

À escala do bairro, o potencial técnico é custo-eficaz no horizonte de 15 anos, se for adotada uma taxa de desconto de 3%, que corresponde à perspetiva social (PwC *et al.*, 2014). No caso das poupanças com rentabilidade alta, o valor anual corresponde ao consumo de 28 habitações. O curto período de retorno, cerca de um ano, e os benefícios a longo prazo, 13 vezes superiores aos custos iniciais, tornam este potencial particularmente atraente.

Recomendações para exploração do potencial

A escala local é a mais adequada para melhorar a eficiência energética em edifícios (CE, 2010b), sendo que a mobilização de esforços a este nível pode facilitar a exploração das poupanças identificadas. Neste âmbito, os projetos comunitários de energia podem levar a

melhorias a longo prazo, sendo tipicamente dirigidos por grupos da sociedade em parceria com o governo local (EEA, 2013; Seyfang *et al.*, 2013). A participação dos cidadãos permite desenvolver soluções apropriadas ao contexto local (Seyfang *et al.*, 2013). A implementação de um projeto comunitário de energia em Telheiras não se deve limitar ao comércio e serviços, podendo abranger o aumento da eficiência em todas as dimensões do bairro.

As auditorias provaram ser uma maneira eficaz de propor ações adaptadas a contextos específicos e de envolver a população na melhoria da eficiência (EEA, 2013). No entanto, como apresentam custos, não estão tão disseminadas junto dos pequenos consumidores como seria desejável (Croucher, 2011). Em adição, em Telheiras, e tal como enunciado por Apajalahti *et al.* (2015), também foi notável o sentimento de desconfiança dos clientes face aos seus fornecedores de energia e a outros consultores externos. Desta forma, a promoção de auditorias energéticas ou simplesmente a divulgação de boas práticas, por entidades que trabalhem à escala local, pode facilitar a exploração dos benefícios da eficiência energética.

5.3 Escala nacional

Extrapolação do potencial de poupança de eletricidade

A caracterização do setor do pequeno comércio e serviços nacional foi efetuada com recurso a dois métodos diferentes. No primeiro, selecionaram-se, nas estatísticas de consumo de eletricidade da DGEG, as divisões da CAE Rev.3 relevantes para as categorias incluídas no âmbito do estudo. O método utilizado para a desagregação da divisão 96, com base em indicadores económicos, permite estimar, de uma maneira um pouco grosseira, o consumo das atividades de saúde e beleza. Entre as categorias definidas, apenas foi usado o consumo em baixa tensão, que inclui os estabelecimentos abastecidos em BTN e BTE.

No segundo método, foram usados os consumos específicos anuais, por trabalhador, identificados no bairro de Telheiras e as estatísticas do número de trabalhadores do INE. Dado o detalhe destas estatísticas, foi possível escolher apenas as divisões, classes ou subclasses da CAE Rev.3 relevantes para o estudo. Assim, neste caso, não surgiu o problema associado à estimativa do consumo da categoria saúde e beleza. Em adição, apenas foram selecionadas as empresas com menos de 10 pessoas ao serviço.

O primeiro método deu origem a valores de consumo nacional, para o ano 2014, superiores na maioria das categorias de estabelecimentos e no total do setor. Tal pode dever-se ao facto de incluir entidades abastecidas em BTE, enquanto no segundo método estas provavelmente não estão incluídas. No entanto, nesta última abordagem, a exclusão de todas as empresas com mais de 10 pessoas ao serviço pode ter eliminado consumos relevantes.

Apenas na restauração o valor de consumo nacional obtido com base no número de trabalhadores foi superior às estatísticas da DGEG equivalentes. Tal pode ser justificado pelos elevados consumos dos estabelecimentos auditados, face à média do bairro e, provavelmente,

à nacional. Em adição, para este setor, as empresas com menos de 10 pessoas ao serviço empregam a maioria dos trabalhadores.

Considerando os aspetos enunciados, pensa-se que a utilização de dois métodos distintos, um *top-down* e outro *bottom-up*, é complementar. Estas abordagens permitiram identificar o limite superior e inferior para o consumo anual de eletricidade do setor do pequeno comércio e serviços nacional. Desta forma, estas atividades consomem, muito provavelmente, entre 4% e 8% da eletricidade nacional. Mesmo com a incerteza da extrapolação, a dimensão destes valores torna este setor relevante no panorama da procura de eletricidade em Portugal.

Os resultados obtidos à escala dos estabelecimentos auditados permitiram uma tentativa de extrapolar os potenciais de poupança para a escala nacional. Este procedimento não tenciona ter relevância estatística, sendo apenas uma constatação das possíveis economias disponíveis no setor do comércio e serviços.

De facto, a extrapolação de dados relativos a fronteiras espaciais e temporais específicas para uma escala muito superior encontra-se repleta de incertezas. Entre os possíveis fatores de erro incluem-se a variedade de atividades enquadradas nos serviços, de dimensões dos estabelecimentos, de idades das entidades, de técnicas construtivas de edifícios e de níveis de eficiência atuais. Em adição, não foi considerado o papel do efeito de ricochete, que parece ser pequeno nas empresas (EEA, 2013), e de outros efeitos na eliminação de algumas das poupanças alcançáveis. Mesmo considerando estes fatores, não existe nenhuma razão óbvia para supor que as poupanças calculadas em Telheiras são diferentes da média nacional.

Com os resultados da tentativa de extrapolação para a escala nacional, parece ser possível poupar entre 1% e 2% do consumo de eletricidade de Portugal, através de intervenções com elevada rentabilidade. Após a identificação do potencial, torna-se importante implementar os mecanismos e instrumentos necessários para o explorar. Desta forma, com base em casos de estudo e tal como Gruber *et al.* (2008), são efetuadas recomendações muito gerais para o desenvolvimento de políticas.

Recomendações para formulação de políticas de eficiência energética

A exploração dos benefícios da eficiência é facilitada pela recolha de dados fiáveis e atuais sobre os consumos de energia. De facto, a informação detalhada sobre o consumo atual é necessária para priorizar, de maneira eficaz, as linhas de ação política (Bertoldi & Atanasiu, 2011). Adicionalmente, este conhecimento interessa também aos utilizadores dos edifícios, proporcionando-lhes instrumentos para avaliarem o seu desempenho e adotarem as medidas de redução do consumo (DGE, 1994).

Com este objetivo, nos EUA, a EIA conduz, periodicamente, o levantamento do consumo de energia dos edifícios comerciais (CBECS), para recolher informação quantitativa e qualitativa nos vários subsectores (EIA, 2003). Por outro lado, a única caracterização abrangente do setor dos serviços português data de 1991 (DGE, 1994), sendo que nas últimas décadas este

atravessou um crescimento dinâmico. Assim, seria interessante proceder-se a novo estudo para avaliar os padrões de consumo atuais e os potenciais de poupança associados.

A reintrodução da dedução ambiental em sede de IRS, onde 30% do investimento é reembolsado (IA, 2011), pode fornecer um incentivo para a escolha dos produtos mais eficientes do mercado. Desta forma, poderia permitir superar, em parte, as barreiras associadas aos elevados custos da aposta em eficiência energética. Em adição, o alargamento do âmbito da rotulagem europeia a todos os produtos relacionados com o consumo de energia pode produzir poupanças a longo prazo no setor dos serviços.

No PNAEE, os programas para a melhoria da eficiência energética na área residencial e serviços focam-se em medidas gerais que afetam indiretamente os pequenos estabelecimentos. Assim, não fornecem motivação suficiente para a exploração do potencial de poupança identificado. A redução do consumo de energia no setor do pequeno comércio e serviços requer ações mais concretas em função da atividade em causa (DGE, 2002).

O cumprimento da legislação associada ao processo de certificação energética de edifícios parece não estar a ser adequado. No setor do pequeno comércio e serviços, tal pode ser particularmente preocupante visto que, de acordo com Graça (2011), estas frações apresentam as piores classes de desempenho. Dada a elevada taxa de rotatividade das entidades e número de espaços arrendados, este mecanismo poderia produzir poupanças significativas, caso as recomendações identificadas fossem aplicadas. Com este objetivo, a penalização prevista para os proprietários de edifícios que não apresentem certificado, quando requerido pela legislação (IA, 2011), deveria ser imposta mais sistematicamente.

As oportunidades de melhoria da eficiência no consumo de eletricidade podem ser exploradas através do PPEC. Neste âmbito, os promotores podem propor medidas focadas no setor do pequeno comércio e serviços, sendo que os custos unitários por kWh evitado parecem ser adequados aos critérios deste instrumento. Entre as medidas intangíveis, a disponibilização de auditorias energéticas a baixo custo para estes estabelecimentos pode ser particularmente eficaz. Seguidamente, a implementação das oportunidades de eficiência identificadas poderia ser efetuada através de medidas tangíveis.

Alternativamente, poderia ser instituído um programa semelhante ao gerido pelo KfW na Alemanha ou ao gerido pela SEAI na Irlanda. Estes fornecem auditorias, conselhos e formação às PME e ajudam a financiar a implementação das medidas recomendadas (Fleiter *et al.*, 2012a; SEAI, 2011). Assim, permitem ultrapassar as barreiras relacionadas com informação, racionalidade limitada e custos de transação, de forma custo-eficaz para as empresas e com um pequeno peso na despesa pública (Fleiter *et al.*, 2012a).

A exploração do potencial de redução do consumo de eletricidade, que se sugere existir no pequeno comércio e serviços nacional, traria benefícios económicos, sociais e ambientais significativos. Com este objetivo, é crucial implementar os instrumentos necessários para superar as barreiras que limitam o progresso do setor na área da eficiência energética.

6. Conclusões

6.1 Síntese e balanço do trabalho desenvolvido

O trabalho desenvolvido teve uma componente prática, que se iniciou com a execução de um censo dos estabelecimentos de comércio e serviços do bairro de Telheiras. Nesta fase, os 107 espaços inseridos no âmbito da dissertação foram separados por categorias, nomeadamente comércio geral, comércio de produtos refrigerados, restauração, saúde e beleza, associação cultural e gráfica.

Após a caracterização do universo relevante, foi selecionado um conjunto de 50 espaços a estudar, onde 13 foram sujeitos a auditorias detalhadas e 37 a simples. Nesta fase, procedeu-se à adaptação dos métodos de recolha de dados e de estimativa do consumo de eletricidade. Nos estabelecimentos analisados em detalhe, não foram identificadas outras formas de energia para além da eletricidade e, como tal, estas foram excluídas do âmbito da dissertação.

Dada a elevada variedade de padrões de consumo e de características de funcionamento, o carácter flexível da metodologia foi fundamental. De forma geral, considerou-se que as auditorias permitiram analisar adequadamente os padrões de consumo de eletricidade. Para além da desagregação por uso final, foram calculados os indicadores de consumo específico anual, com base na área, no número de trabalhadores, no número de horas de funcionamento e no número de clientes.

Efetuada a caracterização do consumo de referência, o passo seguinte foi a recomendação de medidas. Assim, com base na revisão de literatura e em pesquisas de mercado, foi proposto um conjunto padrão de intervenções. Para cada medida, calculou-se o período de retorno do investimento, com a taxa de desconto de 7%.

De seguida, foram definidos quatro tipos de potenciais, nomeadamente técnico, económico, com rentabilidade média e com rentabilidade alta, que separam as poupanças conforme o seu período de retorno descontado. A sua hierarquização baseou-se em critérios económicos, sendo que a avaliação dos responsáveis pode ser diferente.

Os resultados obtidos à escala dos estabelecimentos auditados foram usados para calcular as características e os potenciais de poupança médios das categorias analisadas. A este nível, foi calculado o custo unitário médio por consumo de eletricidade evitado, durante a vida útil das medidas de eficiência.

O peso relativo do número de entidades de cada categoria em Telheiras permitiu calcular as características energéticas de um estabelecimento médio do bairro. A comparação com os indicadores relativos aos serviços como um todo permitiu, de forma geral, avaliar a plausibilidade dos resultados e as semelhanças e diferenças entre segmentos. Embora a amostra analisada seja pequena, na ausência de outros dados, permite efetuar uma caracterização energética inicial do pequeno comércio e serviços.

Em relação às auditorias simples, ou questionários, a recolha de informação focou-se nos dados de rápida obtenção. Em particular, centrou-se nos relevantes para a comparação entre a amostra auditada e a total e para a extrapolação das poupanças para a escala do bairro.

Para os 107 estabelecimentos incluídos no âmbito do trabalho, o consumo anual de eletricidade e o potencial de poupança associado foi estimado com base no número de estabelecimentos, na área, no número de trabalhadores num período médio e no número de horas de funcionamento anuais. A comparação entre a amostra auditada e a total atribuiu um maior grau de confiança à extrapolação.

Para a escala nacional, começou-se por avaliar a dimensão do pequeno comércio e serviços no panorama da procura de eletricidade. Em primeiro lugar, o consumo foi obtido através das estatísticas em baixa tensão disponibilizadas pela DGEG, seleccionando-se as divisões da CAE Rev.3 relevantes. O segundo método cruza as poupanças unitárias medidas à escala do bairro e as estatísticas do INE sobre o número nacional de trabalhadores em empresas com menos de 10 pessoas ao serviço.

Estes dois métodos são complementares, fornecendo o limite inferior e superior para a dimensão do pequeno comércio e serviços no panorama do consumo de eletricidade nacional. A extrapolação do potencial de poupança baseou-se no cruzamento entre esta informação e a recolhida ao nível do bairro, não apresentando significado estatístico.

6.2 Principais resultados

Nos estabelecimentos auditados em detalhe, o consumo anual de eletricidade varia significativamente, ilustrando a diversidade de atividades incluídas. A aplicação de medidas com rentabilidade alta leva a uma redução no consumo de 9% a 55%. O baixo custo associado a estas medidas indica que os obstáculos financeiros não devem ser os predominantes.

No pequeno comércio e serviços, a principal motivação para investir em eficiência é a necessidade de reduzir custos operacionais, sendo que o nível de sensibilização face ao tema é variável. Por outro lado, as principais barreiras encontradas foram a baixa prioridade atribuída à energia e a falta de conhecimento.

A importância da barreira da divergência de incentivos é confirmada pelo elevado número de espaços arrendados, que representam 85% dos visitados. A baixa taxa de emissão de certificados energéticos revela a ineficácia atual deste mecanismo. Dada a elevada taxa de rotação das entidades, o processo de certificação poderia levar a poupanças significativas.

A categoria comércio geral apresenta os menores valores de consumo específico, sendo a climatização o uso final maioritário. O seu potencial de poupança técnico é de 63% do consumo atual. As medidas com períodos de retorno inferiores a três anos permitem reduzir o consumo em 25%, com um investimento de apenas 82 € por estabelecimento.

O comércio de produtos refrigerados apresenta os espaços mais intensivos, em termos energéticos, onde a refrigeração consome mais de 80% da eletricidade. Nesta categoria, o potencial de poupança técnico é de 27% do consumo. As medidas com rentabilidade alta permitem poupar em, média, 23% do consumo atual, com um investimento de 2 023 € por estabelecimento.

A restauração é a segunda categoria mais intensiva entre as analisadas, sendo a refrigeração o uso final maioritário. O potencial de poupança técnico é de 37% do consumo atual. As intervenções com períodos de retorno inferiores a três anos podem levar a uma redução média de 22% no consumo atual, com custos iniciais de 526 € por estabelecimento.

Na categoria saúde e beleza os usos finais maioritários são a climatização e o aquecimento de águas sanitárias. O potencial de poupança técnico é de 60% do consumo atual. As intervenções com período de retorno inferior a três anos podem poupar 23% da energia consumida atualmente, com custos iniciais médios de apenas 109 € por estabelecimento.

O pequeno estabelecimento de comércio e serviços médio de Telheiras consome anualmente 7,3 MWh, correspondendo a 138 kWh/m²/ano e a 4,6 MWh/trabalhador/ano. A comparação com valores encontrados na literatura indica que os pequenos estabelecimentos são menos intensivos que os grandes edifícios do mesmo setor, mas mais intensivos que as residências.

A desagregação por uso final no estabelecimento médio revela que o uso final maioritário é a climatização, seguindo-se a iluminação e a refrigeração. De forma geral, os usos finais mais relevantes parecem ser semelhantes aos dos grandes edifícios do mesmo setor.

No setor do pequeno comércio e serviços de Telheiras, o potencial de poupança técnico é de 54% do consumo atual. O potencial de poupança económico é de 39% do consumo atual, sendo o investimento médio por estabelecimento de 1 123 €. O potencial com rentabilidade alta é de 27% do consumo atual, sendo o investimento médio associado de 317 € por estabelecimento. Em média, as intervenções puramente comportamentais permitem reduzir o consumo de um pequeno estabelecimento em 6%.

Para o potencial económico, o custo unitário por kWh evitado é de 0,033 €/kWh evitado, sendo inferior ao diferencial de custo entre a produção renovável e convencional. No caso do potencial com rentabilidade alta, o valor médio deste indicador é 0,013 €/kWh evitado, encontrando-se na gama dos referentes às medidas do PPEC. Adicionalmente, é bastante inferior ao custo de produção de um kWh, seja qual for a origem da eletricidade. Estes resultados apoiam a perspetiva de que a prioridade na política energética deve ser eficiência.

A iluminação é o uso final com maiores poupanças económicas disponíveis, sendo possível reduzir o seu consumo atual entre 64% e 80%. Na refrigeração, o potencial varia entre 0% e 23% do consumo atual, quando o período de retorno é fixado em três anos. Os equipamentos de escritório, audiovisual e comunicação são um uso final transversal no pequeno comércio e serviços, sendo rentável reduzir entre 36% e 46% o seu consumo atual. A instalação de

sistemas solares térmicos parece ser economicamente rentável em alguns estabelecimentos. Na climatização, a implementação do conjunto completo de medidas permite reduzir o consumo atual em 58%, sendo que os elevados custos de grande parte das ações reduzem o potencial com rentabilidade alta para 17%. Nestes usos finais, as tecnologias e práticas eficientes devem ser promovidas no setor do pequeno comércio e serviços.

À escala do bairro de Telheiras, estimou-se que os 107 estabelecimentos analisados consomem cerca de 936 MWh por ano. A aplicação de medidas de eficiência leva a poupanças anuais entre 362 MWh, no caso do potencial técnico, e 218 MWh, no caso do com rentabilidade alta. No período de vida útil das medidas, estes valores ascendem a 5 GWh e a 3 GWh, respetivamente. A exploração de oportunidades com período de retorno inferior a três anos leva a uma poupança de 500 mil euros, na vida útil das medidas. Os benefícios acumulados a longo prazo são 13 vezes superiores aos custos iniciais, na perspetiva das entidades. O potencial encontrado ao nível do bairro pode ser explorado através da implementação de projetos comunitários de energia.

Em Portugal, as atividades abrangidas pelo âmbito da dissertação consomem entre 4% e 8% da eletricidade. A extrapolação do potencial de poupança com rentabilidade alta, apesar da sua natureza simbólica, sugere que a melhoria da eficiência pode provocar uma redução de 1% a 2% na procura de eletricidade nacional. Neste contexto, a avaliação da eficiência energética do pequeno comércio e serviços, com vista à sua melhoria, surge como uma área de trabalho relevante.

Em Portugal, a execução de uma nova caracterização energética dos serviços poderia contribuir para aumentar o conhecimento relativo ao setor. De seguida, a criação de uma base de dados permitiria aos responsáveis compararem o seu desempenho. Tal criaria a motivação para melhorar a eficiência energética, que deveria ser apoiada por outros incentivos.

Neste seguimento, a reintrodução das deduções ambientais poderia contribuir para promover o investimento em eficiência. De forma complementar, a fiscalização do cumprimento da certificação e rotulagem é necessária para aumentar eficácia destes instrumentos.

O potencial identificado pode ser explorado através de um programa que forneça auditorias e aconselhamento às pequenas empresas. De forma complementar, devem ser criados os meios financeiros que possibilitem a implementação das medidas, podendo ser enquadrados no âmbito do PNAEE ou do PPEC.

6.3 Cumprimento do objetivo

O principal objetivo da dissertação era explorar o potencial de poupança de eletricidade no pequeno comércio e serviços, tendo sido cumprido através das auditorias e extrapolações.

A adaptação da metodologia de auditoria às especificidades do pequeno comércio e serviços foi bem-sucedida, parecendo adequadas as medidas propostas. O objetivo implícito de auxiliar

à redução do consumo nas entidades ainda só está parcialmente cumprido, sendo necessário implementar as ações recomendadas. Muitas das barreiras à melhoria da eficiência foram confirmadas, sendo, no entanto, também encontrada a motivação para as ultrapassar.

De forma geral, foi possível analisar os padrões atuais de consumo das categorias de estabelecimentos abrangidas pelo âmbito da dissertação. A quantificação do potencial de poupança em cada uso final de eletricidade permitiu a priorização das medidas.

À escala do bairro, foi possível estimar o consumo de eletricidade e o potencial de poupança para 107 estabelecimentos. A implementação das iniciativas sugeridas pode auxiliar à exploração dos benefícios da eficiência energética em Telheiras.

Por fim, a extrapolação das poupanças disponíveis para a escala nacional, embora não tenha significado estatístico, permitiu classificá-las como sendo provavelmente relevantes. O desenvolvimento dos mecanismos propostos pode ajudar à melhoria da eficiência energética.

No cômputo geral, considera-se que a dissertação respondeu com sucesso às questões colocadas na sua formulação. Assim, espera-se que estes métodos e resultados possam contribuir para o aumento do conhecimento e para a melhoria da eficiência energética.

6.4 Desenvolvimentos futuros

O trabalho futuro diretamente associado à dissertação é a implementação das medidas de eficiência, caso estas sejam do interesse das entidades. A avaliação deste potencial efetivamente explorado poderia fornecer informações relevantes. A divulgação dos resultados, tanto à escala local como a outras, vai procurar atrair atenção para o tema estudado.

Embora Portugal esteja em vias de cumprir a meta de eficiência energética para 2020, é imperativo continuar a agir com vista aos novos objetivos para 2030. A implementação de políticas de promoção da eficiência energética é fulcral para a concretização dos potenciais identificados.

Neste contexto, sugere-se a realização de uma caracterização energética dos serviços como um passo para aumentar o conhecimento sobre o setor. De forma alternativa, o trabalho efetuado no âmbito da dissertação pode ser repetido noutros estabelecimentos, possivelmente em contextos diferentes ao de Telheiras. Neste seguimento, as auditorias podem ser executadas em atividades não incluídas no âmbito da dissertação, particularmente em lavandarias, engomadoras, creches e escritórios. A criação de uma base de dados numerosa pode adicionar significado estatístico às poupanças enunciadas.

No âmbito da dissertação, não foi estudado o consumo de outras formas de energia, como o gás natural. Estas representam consumos relevantes nos serviços, que podem ser analisados através de uma metodologia semelhante à utilizada. Outro aspeto que não foi incluído refere-se aos consumos no ciclo de vida, podendo ser uma área de investigação futura.

A viabilidade de algumas medidas, particularmente as relativas à vertente construtiva e aos sistemas solares térmicos, foi explorada apenas de forma superficial. A análise dos seus custos e benefícios, no âmbito do pequeno comércio e serviços, pode ser o objeto de outros estudos.

O único aspeto ambiental avaliado no âmbito da dissertação foi o uso de energia em edifícios. No entanto, as atividades estudadas podem ter impactos significativos no consumo de água, na utilização de recursos e na produção de resíduos, tanto à escala local como nacional. O impacto ambiental do setor do pequeno comércio e serviços pode constituir uma área de investigação futura, numa perspetiva holística da sua sustentabilidade.

Referências bibliográficas

- AccountingExplained (2013). *Discounted Payback Period*. Consultado em dezembro de 2015.
- ADENE (2015). *Energy Efficiency trends and policies in Portugal*.
- Aelenei, D. (2009). *RCCTE "Light". Edição Provisória – Outubro de 2009*.
- APPA & America's SBDC (2003). *Energy Efficiency Pays - A Guide for the Small Business Owner*.
- Amorim, F., Pina, A., Gerbelová, H., Silva, P. P., Vasconcelos, J. & Martins, V. (2014). *Electricity decarbonisation pathways for 2050 in Portugal: A TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) based approach in closed versus open systems modelling*. Journal Energy, v 69, pp 104-112.
- Ang, B. W., Choong, W. I. & Ng, T. S. (2015). *Energy security: Definitions, dimensions and indexes*. Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, v 42, pp 1077-1093.
- Antunes, P., Santos, R., Martinho, S. & Lobo, G. (2003). *Estudo sobre Sector Eléctrico e Ambiente: Relatório Síntese*. Centro de Economia Ecológica e Gestão do Ambiente, DCEA, UNL.
- APA (2012). *Roteiro Nacional de Baixo Carbono – Análise técnica das opções de transição para uma economia de baixo carbono competitiva em 2050*.
- APA (2015). *Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC)*.
- Apajalahti, E.-L., Lovio, R. & Heiskanen, E. (2015). *From demand side management (DSM) to energy efficiency services: A Finnish case study*. Journal Energy Policy, v 81, pp 76-85.
- Associated Electric Cooperative Inc. (2012). *Phantom loads. Take Control & Save – A Cooperative Effort for Energy Efficiency*.
- Backlund, S., Thollander, P., Palm, J. & Ottosson, M. (2012). *Extending the energy efficiency gap*. Journal Energy Policy, vol 51, pp 392-396.
- Backlund, S. & Thollander, P. (2015). *Impact after three years of the Swedish energy audit program*. Journal Energy, vol 82, pp 54-60.
- Basílio, M. (DGEG) (2016). *Email: relativo à definição de alta tensão e de baixa tensão e à delimitação do setor não-doméstico nas estatísticas de consumo de eletricidade*. 29/01/2016 e 19/02/2016.
- Baynes, T., Lenzen, M., Steinberger, J. K. & Bai, X. (2011). *Comparison of household consumption and regional production approaches to assess urban energy use and implications for policy*. Journal Energy Policy, vol 39, pp 7298-7309.
- Bertoldi, P. & Atanasiu, B. (2011). *An In-Depth Analysis of the Electricity End-Use Consumption and Energy Efficiency Trends in the Tertiary Sector of the European Union*. International Journal of Green Energy, v 8:3, pp 306-331.
- Bilgen, S. (2014). *Structure and environmental impact of global energy consumption*. Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, v 38, pp 890-902.
- Boyano, A., Hernandez, P. & Wolf, O. (2013). *Energy demands and potential savings in European office buildings: Case studies based on EnergyPlus simulations*. Journal Energy and Buildings, v 65, pp 19-28.
- BCSD Portugal & ISR Universidade de Coimbra (2005). *Manual de boas práticas de eficiência energética: Implementar o desenvolvimento sustentável nas empresas*.
- BMU & Fraunhofer ISI (2012). *Policy Report: Contribution of Energy Efficiency Measures to Climate Protection within the European Union until 2050*.
- BPIE (2011). *Europe's buildings under the microscope: a country-by-country review of the energy performance of buildings*.
- CE (2007). *2020 vision: saving our energy*.

CE (2008). *European Energy and Transport – Trends to 2030 – Update 2007*.

CE (2010a). *Communication from the Commission – Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*.

CE (2010b). *Energy-efficient buildings PPP: multi-annual roadmap and longer term strategy*. Prepared by the Ad-hoc Industrial Advisory Group.

CE (2011a). *Commission Staff Working Paper Impact Assessment accompanying the document Directive of the European Parliament and of the Council on energy efficiency and amending and subsequently repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC*.

CE (2011b). *Commission Staff Working Paper – Impact Assessment Accompanying the document Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Energy Roadmap 2050*.

CE (2011c). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions: A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy*.

CE (2011d). *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Plano de Eficiência Energética de 2011*.

CE (2011e). *Energy 2020 – A strategy for competitive, sustainable and secure energy*.

CE (2012). *Energy roadmap 2050*.

CE (2013). *Commission Staff Working Document guidance note on Directive 2012/27/EU on energy efficiency – Article 8: Energy audits and energy management systems*.

CE (2014a). *Annexes to Communication from the Commission to the European Parliament and the Council – Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy*.

CE (2014b). *Commission Staff Working Document Impact Assessment accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament and the Council – Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 framework for climate and energy policy*.

CE (2014c). *Commission Staff Working Document Impact Assessment accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee of the Regions – A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030*.

CE (2014d). *Commission Staff Working Document Progress Report on energy efficiency in the European Union accompanying the document Report from the Commission to the European Parliament and the Council – Progress Report on the application of Directive 2006/32/EC on energy end-use efficiency and energy services and on the application of Directive 2004/8/EC on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market*.

CE (2014e). *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council – Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy*.

CE (2014f). *Energy: Country Factsheets 2014 – version 3.0*.

CE (2014g). *EU Energy, Transport and GHG Emissions – Trends to 2050 – Reference Scenario 2013*.

CE (2014h). *Strategic Energy technology (SET) Plan – Towards an Integrated Roadmap: Research & Innovation Challenges and Needs of the EU Energy System*.

CE (2015a). *Commission Staff Working Document accompanying the document Report from the Commission to the European Parliament and the Council – Assessment of the progress made by Member States towards the national energy efficiency targets for 2020 and towards*

the implementation of the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU as required by Article 24 (3) of Energy Efficiency Directive 2012/27/EU.

CE (2015b). *EU energy in figures – Statistical Pocketbook 2015.*

CE (2015c). *Horizon 2020 Work Programme 2014 – 2015: 10. Secure, clean and efficient energy (Revised).*

CE (2015d). *Report from the Commission the European Parliament and the Council - Assessment of the progress made by Member States towards the national energy efficiency targets for 2020 and towards the implementation of the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU as required by Article 24 (3) of Energy Efficiency Directive 2012/27/EU.*

CEE (1998). *Comunicação da Comissão - Eficiência energética na Comunidade Europeia: para uma Estratégia de Utilização Racional da Energia.*

CEE (2000). *Comunicação da Comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité Económico e Social e ao Comité das Regiões – Plano de acção para melhorar a eficiência energética na Comunidade Europeia.*

CEE (2005). *Livro Verde sobre a eficiência energética ou “Fazer mais com menos”.*

CEE (2006). *Comunicação da Comissão – Plano de Acção para a Eficiência Energética: Concretizar o Potencial.*

CML (2016). *Lisboa Interativa.* Disponível em <http://lxi.cm-lisboa.pt/lxi/>. Consultado em março de 2016.

CML, Civitas 21 & FCT-UNL (2012). *Plano de ação e estrutura de monitorização – Bairro de Telheiras. Agenda 21 local – Lisboa.*

Coakley, D., Raftery, P. & Keane, M. (2014). *A review of methods to match building energy simulation models to measured data.* Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, v 37, pp 123-141.

Conselho Europeu (2014). *Conclusions on 2030 Climate and Energy Policy Framework.*

Cortés-Borda, D., Ruiz-Hernández, A., Guillén-Gosálbez, G., Llop, M., Guimerà, R. & Sales-Pardo, M. (2015). *Identifying strategies for mitigating the global warming impact of the EU-25 economy using a multi-objective input-output approach.* Journal Energy Policy, vol 77, pp 21-30.

Croucher, M. (2011). *Potential problems and limitations of energy conservation and energy efficiency.* Journal Energy Policy, vol 39, pp 5795-5799.

DBCCA & The Rockefeller Foundation (2012). *United States Building Energy Efficiency Retrofits - Market Sizing and Financing Models.*

DGE (1994). *Caracterização energética do setor dos serviços: relatório síntese.* Outubro de 1994. ISBN 972-9030-77-4.

DGE (2002). *Eficiência energética nos edifícios.*

DGEG (2008). *Despacho n.º 17449/2008.* Diário da República, 2.ª série, N.º 123.

DGEG (2013). *Diretiva 2012/27/EU Artigo 7.º Medidas Políticas Alternativas ao Regime de Obrigação de Eficiência Energética.*

DGEG (2014). *Estratégia Nacional para a Renovação de Edifícios – Portugal.*

DGEG (2015a). *Consumo de energia elétrica por sector de atividade em 2014 (provisório).* Versão de 15-12-2015.

DGEG (2015b). *Consumo de energia elétrica por tipo em 2014.* Versão de 15-12-2015.

DGEG (2015c). *Consumo e produção elétrica 2005 – 2014.* Versão de 15-10-2015.

DGEG (2015d). *Disponibilidade de energia elétrica para consumo – Portugal.* Versão 15-10-2015.

DGEG (2015e). *Energia em Portugal 2013.*

DGEG (2015f). *Fatura Energética Portuguesa 2014*.

DGEG (2016). *Principais indicadores energéticos – Portugal*. Versão de 29-01-2016.

DGEG & Governo de Portugal (2013). *Relatório de Monitorização da Segurança de Abastecimento do Sistema Elétrico Nacional 2013-2030*.

D&R International Ltd. (2012). *2011 Buildings energy data book*.

Ecofys & Fraunhofer ISI (2010). *Energy Savings 2020 – How to triple the impact of energy saving policies in Europe*.

EEA (2008). *Energy and environment report 2008*. EEA Report, nº6/2008.

EEA (2012a). *End-user GHG emissions from energy: Reallocation of emissions from energy industries to end-users 2005-2010*. EEA Technical report No 18/2012.

EEA (2012b). *Energy intensity in the service sector*. Indicator Assessment, Data and maps.

EEA (2013). *Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take?* EEA Technical report, Nº 5/2013.

EEA (2014a). *Climate and energy country profiles 2014: Key facts and figures for EU Member States*.

EEA (2014b). *Overview of the electricity production and use in Europe*. Indicator Assessment, Data and maps.

EEA (2014c). *Trends and projections in Europe 2014: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets for 2020*. EEA Report No 6/2014.

EEA (2015a). *Primary energy consumption by fuel*. Indicator Assessment, Data and maps.

EEA (2015b). *Progress on energy efficiency in Europe*. Indicator Assessment | Data and maps.

EIA (2003). *Overview of Commercial Buildings 2003 - Full Report*.

EIA (2009). *Types of Lighting in Commercial Buildings - Full Report. Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS)*.

ENEA (2012). *BUY SMART+ Green Procurement in Europe - Procurement and Climate Protection - Guideline for procurement of household appliances*.

Enerdata (2016a). *Energy Efficiency/CO2 Indicators – European Union*.

Enerdata (2016b). *Energy Efficiency/CO2 Indicators – Portugal*.

Enerdata/Entranze (2013a). *Total unit consumption per m² in buildings*.

Enerdata/Entranze (2013b). *Total unit consumption per m² in non-residential*.

Enerdata/Entranze (2013c). *Total unit consumption per m² in residential*.

Energy Star (2008). *Building Manual - 11. Facility Type: Supermarkets and Grocery Stores, 13. Facility Type: Retail*.

Engenheiro Jorge Carvalho (DAIKIN) (2016). *Email: relativo ao cálculo do EER, COP, SEER e SCOP de unidade de ar condicionado*. 10/02/2016 e 11/02/2016.

Engenheiro José Morais (J.A. Santos Carvalho) (2016). *Comunicação pessoal: relativa ao custo horário de contratação de um eletricista*. 16/02/2016.

ERSE (2005). *Análise da execução do Plano de Gestão da Procura no período de regulação 2002 a 2004 e 2005*.

ERSE (2007a). *Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica para 2007*.

ERSE (2007b). *Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica para 2008*.

ERSE (2009a). *Breves notas de enquadramento - Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica*.

- ERSE (2009b). *Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica para 2009-2010*.
- ERSE (2010a). *Breves notas de enquadramento - Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica*.
- ERSE (2010b). *Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica para 2011-2012*.
- ERSE (2011). *PPEC 2007 Balanço e Resultados*.
- ERSE (2012). *Comércio Europeu de Licenças de Emissão de Gases com Efeito Estufa – Análise para Portugal do período 2005 – 2010*.
- ERSE (2013a). *Diretiva n.º 5/2013 Regras do Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica*. Diário da República, 2.ª série, N.º 58, pp 10279-10298.
- ERSE (2013b). *Parâmetros do PPEC 2013-2014, no âmbito dos artigos 21.º e 22.º das Regras do PPEC*.
- ERSE (2014a). *Nota Informativa PPEC 2013-2014*.
- ERSE (2014b). *Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica para 2013-2014 – impactes e benefícios das medidas aprovadas*.
- ERSE (2014c). *Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC 2008), período de implementação 2008-2011 – balanço e resultados*.
- ERSE (2015). *Preços de referência no mercado liberalizado de energia elétrica e gás natural em Portugal Continental, última atualização: 7 de dezembro de 2015*.
- ERSE (2016). *Aviso de lançamento: PPEC 2017-2018*.
- Eurostat (2015). *Energy balance sheets 2013 data – 2015 edition*. Eurostat statistical books.
- Evans, J. (2014). *Are doors on fridges the best environmental solution for the retail sector?* Background paper to The Institute Of Refrigeration (IOR) Debate.
- Ferreira, J. & Pinheiro, M. (2011). *In search of better energy performance in the Portuguese buildings – The case of the Portuguese regulation*. Journal Energy Policy, v 39, pp 7666-7683.
- Fleiter, T., Gruber, E., Eichhammer, W. & Worrell, E. (2012a). *The German energy audit program for firms – a cost-effective way to improve energy efficiency?* Journal Energy Efficiency, v 5, pp 447-469.
- Fleiter, T., Schleich, J. & Ravivanpong, P. (2012b). *Adoption of energy-efficiency measures in SMEs – An empirical analysis based on energy audit data from Germany*. Journal Energy Policy, v 51, pp 863-875.
- Fraunhofer ISI, ENERDATA, Institute of Studies for the Integration of Systems ISIS, Technical University & Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy WI (2009). *Study on the Energy Savings Potentials in EU Member States, Candidate Countries and EEA Countries*.
- Galvez-Martos, J.-L., Styles, D. & Schoenberger, H. (2013). *Identified best environmental management practices to improve the energy performance of the retail trade sector in Europe*. Journal Energy Policy, v 63, pp 982-994.
- Garcia, R., Marques, P. & Freire, F. (2014). *Life-cycle assessment of electricity in Portugal*. Journal Applied Energy, v 134, pp 563-572.
- GCEC (2015). *Working Paper: Raising Energy Efficiency Standards to the Global Best*.
- GI ZRMK (2012). *BUY SMART+ Green Procurement in Europe - Procurement and Climate Protection - Guideline for procurement of Buildings and Building Components*.
- Gils, H. C. (2014). *Assessment of the theoretical demand response potential in Europe*. Journal Energy, v 67, pp 1-18.
- Governo de Portugal (2014a). *Portugal 2020 – Acordo de Parceria 2014-2020*.

Governo de Portugal (2014b). *Programa Operacional ao Abrigo do Objetivo de Investimento no Crescimento e no Emprego – Programa Operacional da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos*.

Graça, F. (2011). *Eficiência Energética em Edifícios de Serviços no Concelho de Almada*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Perfil de Gestão e Sistemas Ambientais, FCT-UNL.

Grilo, J. (2012). *Avaliação do Potencial de Poupança de Energia na Habitação em Portugal*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais. FCT-UNL.

Gruber, E., Plessner, S., Dusée, R., Sofronis, I., Lima, P., Rivière, P. & Rialhe, A. (2008). *EL-TERTIARY Monitoring Electricity Consumption in the Tertiary Sector – Deliverable D 26: Report on the Project Results*.

Guimarães, P. P. & Matos, F. (2010). *As potencialidades e vulnerabilidades da Baixa-Chiado e de Telheiras lidas pelas lentes da resiliência comercial urbana*. Centralidades, Comércio e Políticas Públicas. Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia 6 a 9 de Outubro 2010, Porto.

Haydt, G., Leal, V. & Dias, L. (2014). *A multi-objective approach for developing national efficiency plans*. Journal Energy Policy, vol 67, pp 16-27.

Hedman, A., Sepponen, M. & Virtanen, M. (2014). *Energy efficiency rating of districts, case Finland*. Journal Energy Policy, vol 65, pp 408-418.

Hitchin, R., Pout, C. & Butler, D. (2015). *Realisable 10-year reductions in European energy consumption for air conditioning*. Journal Energy and Buildings, v 86, pp 478-491.

Holt, L. & Galligan, M. (2013). *Energy Efficiency Policies as Part of Carbon Reduction Efforts: Lessons from the EU for the U.S.*. The Electricity Journal, vol 26, issue 7, pp 33-42.

Hong, S.-M., Paterson, G., Burman, E., Steadman, P. & Mumovic, D. (2013). *A comparative study of benchmarking approaches for non-domestic buildings: Part 1 – Top-down approach*. International Journal of Sustainable Built Environment, v 2, pp 119-130.

IA (2011). *Energua – Guia de eficiência energética nos edifícios*. Edição: Engenho e Media Lda., Propriedade e Administração e Plubindústria, Produção de Comunicação, Lda.

IEA (2010). *Energy Efficiency Governance: Handbook*. Segunda Edição.

IEA (2011). *25 Energy Efficiency Policy Recommendations – 2011 Update*.

IEA (2012). *World Energy Outlook 2012*.

IEA (2013a). *Energy Efficiency Market Report 2013: Market Trends and Medium-Term Prospects*.

IEA (2013b). *Energy Policy Highlights*.

IEA (2013c). *Redrawing the energy-climate map – World Energy Outlook Special Report*.

IEA (2013d). *World Energy Outlook 2013 – Executive Summary*.

IEA (2014a). *Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency*.

IEA (2014b). *Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making*.

IEA (2014c). *Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics*.

IEA (2014d). *Energy Efficiency Market Report 2014: Market Trends and Medium-Term Prospects*.

IEA (2014e). *World Energy Outlook 2014 – Executive Summary*.

IEA (2015a). *Energy and Climate Change – World Energy Outlook Special Report*.

IEA (2015b). *Energy Efficiency Market Report 2015: Market Trends and Medium-Term Prospects*.

- IPMA (2016). *Normais Climatológicas – 1981-2010 (provisórias) – Lisboa, Geofísico*. Consultado em dezembro de 2015.
- INE (2007). *Classificação Portuguesa das Actividades Económicas Rev.3*.
- INE (2015). *Anuário Estatístico de Portugal 2014*.
- INE (2016). *Sistema de Contas Integradas das Empresas*. Consultado em fevereiro de 2016.
- INE & Pordata (2015). *Valor acrescentado bruto: total e por ramo de atividade (base=2011) – Portugal*. Consultado em janeiro de 2016.
- INE & Pordata (2016). *População empregada: total e por sector de actividade económica – Portugal*. Consultado em janeiro de 2016.
- IBRD/The World Bank & IEA (2015). *Progress toward sustainable energy 2015 – Global Tracking Framework report*.
- ITG (2013). *Guia de Economia e Eficiência Energética no Setor de Serviços*.
- IPEEC (2015a). *G20 Energy Ministers Meeting Address by Mr Benoît Lebot, Executive Director, IPEEC – Country comments*.
- IPEEC (2015b). *IPEEC 2014 Annual Report: Supporting energy efficiency progress in major economies*.
- IPF (2012). *Costing Energy Efficiency Improvements in Existing Commercial Buildings – Summary*.
- Jollands, N., Waide, P., Ellis, M., Onoda, T., Laustsen, J., Tanaka, K., T'Serclaes, P., Barnsley, I., Bradley, R. & Meier, A. (2010). *The 25 IEA energy efficiency policy recommendations to the G8 Gleneagles Plan of Action*. Journal Energy Policy, v 38, pp 6409-6418.
- Lapillonne, B., Pollier, K., Mairet, N. (2014). *Energy Efficiency Trends in Tertiary in the EU. Enerdata, supported by Intelligent Energy Europe*.
- Lawrence Berkeley National Laboratory (2016). *Standby Power Summary Table*. Consultado em janeiro de 2016.
- Lee, A. H. W. (2000). *Measurement and Verification of Energy Savings at Small Commercial Facilities*. Commercial Buildings: Technologies, Design, and Performance Analysis, v 3, pp 229-239.
- Leijten, F. R. M. & Bolderdijk, J. W. (2014). *Factors that influence consumers' acceptance of future energy systems: the effects of adjustment type, production level, and price*. Journal Energy Efficiency, vol 7, pp 973-985.
- Libório, P. (2014). *“Nova regulamentação do Sistema Nacional de Certificação Energética de Edifícios (Decreto-Lei nº 118/2013)”*. Sessão Esclarecimento, Lisboa, 12 de Março de 2014.
- Lisboa E-Nova – Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa (2005). *Matriz Energética do Concelho de Lisboa*.
- Lopes, T. P. & Melo, J. J. (2011). *Potential energy savings in the climatization of residential buildings*. MSKE 2011 – Int. Conf. Managing Services in the Knowledge Economy, Famalicão, Portugal, 13-15 July 2011.
- LNEC (2006). *Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios*. Versão atualizada de 2006, pp 79 e pp 168.
- Maleitas, P. F. H. (2015). *Viabilidade Económica do Autoconsumo de Energia Fotovoltaica no Setor Não Residencial*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Energias Renováveis – Conversão Elétrica e Utilização Sustentáveis, FCT-UNL.
- MAOTE (2013). *Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica 2013-2014*.
- MAOTE (2014). *Compromisso para o Crescimento Verde*.

- Mavromatidis, G., Acha, S. & Shah, N. (2013). *Diagnostic tools of energy performance for supermarkets using Artificial Neural Network algorithms*. Journal Energy and Buildings, v 62, pp 304-314.
- McGraw-Hill Construction (2010). *Energy Efficiency Trends in Residential and Commercial Buildings*.
- Menezes, P. (2014). *Caraterização do setor dos serviços em Portugal*. 4ª Conferência da Central de Balanços, Lisboa, 1 dezembro 2014.
- Minnesota Energy Smart (2016). *How much phantom energy do your electronics use?* Consultado em janeiro de 2016.
- Ministério da Economia e do Emprego (2013). *Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto*. Diário da República, 1.ª série, n.º 159.
- Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (2006). *Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril*. Diário da República, I Série-A, n.º. 67.
- Moral-Carcedo, J. & Pérez-García, J. (2015). *Temperature effects on firms' electricity demand: An analysis of sectorial differences in Spain*. Journal Applied Energy, v 142, pp 408-425.
- Mulder, P. & de Groot, H. L. F. (2013). *Dutch sectoral energy intensity developments in international perspective, 1987-2005*. Journal Energy Policy, vol 52, pp 501-512.
- Murakami, S., Levine, M. D., Yoshino, H., Inoue, T., Ikaga, T., Shimoda, Y., Miura, S., Sera, T., Nishio, M., Sakamoto, Y. & Fujisaki (2009). *Overview of energy consumption and GHG mitigation technologies in the building sector of Japan*. Journal Energy Efficiency, v 2, pp 179-194.
- National Action Plan for Energy Efficiency (2008). *Sector Collaborative on Energy Efficiency Accomplishments and Next Steps*. ICF International. www.epa.gov/eeactionplan.
- Next 10 (2010). *Untapped potential of commercial buildings: energy use and emissions*.
- Nord, N. & Sjøthun, S. F. (2014). *Success factors of energy efficiency measures in buildings in Norway*. Journal Energy and Buildings, vol 76, pp 476-487.
- Npower Limited (2013). *Practical energy efficiency advice for businesses*.
- NUMBEO (2016). *Cost of Living*. Consultado em janeiro de 2016.
- Odyssee (2016a). *Unit consumption of electricity per employee in tertiary*.
- Odyssee (2016b). *Unit consumption per employee in tertiary*.
- Odyssee-Mure (2015). *Energy Efficiency Trends and Policies in the Household and Tertiary Sectors – An Analysis Based on the ODYSSEE and MURE Databases*.
- Oikonomou, V., Becchis, F., Steg, L. & Russolillo, D. (2009). *Energy saving and energy efficiency concepts for policy making*. Journal Energy Policy, vol 37, pp 4787-4796.
- Okajima, S. & Okajima, H. (2013). *Analysis of energy intensity in Japan*. Journal Energy Policy, vol 61, pp 574-586.
- Oliver-Solà, J., Armero, M., Foix, B. M. & Rieradevall, J. (2013). *Energy and environmental evaluation of municipal facilities: Case study in the province of Barcelona*. Journal Energy Policy, v 61, pp 920-930.
- ODI & OCI (2015). *Empty promises - G20 subsidies to oil, gas and coal production*.
- OOE (2012). *ENERGY STAR® Guide for Commercial Kitchens*.
- O.Ö. Energiesparverband (2012). *BUY SMART+ Green Procurement for Smart Purchasing - Smart procurement: Energy efficiency, cost savings and climate protection guideline efficient lighting*.
- Parlamento Europeu & Conselho (2010). *Diretiva 2010/31/UE de 19 de Maio de 2010 relativa ao desempenho energético dos edifícios (reformulação)*. Jornal Oficial da União Europeia, L153, pp 13-35.

- Parlamento Europeu & Conselho (2012). *Diretiva 2012/27/UE de 25 de outubro de 2012 relativa à eficiência energética, que altera as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/UE e revoga as Diretivas 2004/8/CE e 2006/32/CE*. Jornal Oficial da União Europeia, L315, pp 1-56.
- PECI & EnergySmart Grocer (2011). *Vertical Refrigerated Case, Medium Temperature: Open to Closed (Retrofit)*. Work Paper PECIREF_PGE604 Revision 0.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J. & Pout, C. (2008). *A review on buildings energy consumption information*. Journal Energy and Buildings, v 40, pp 394-398.
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J. & Velázquez, D. (2013). *Revisiting energy efficiency fundamentals*. Journal Energy Efficiency, v 6, pp 239-254.
- PCM (2008). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008*. Diário da República, 1.ª série, N.º 97, 20 de Maio de 2008.
- PCM (2013). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013*. Diário da República, 1.ª série, N.º 70, 10 de abril de 2013.
- Proskuryakova, L. & Kovalev, A. (2015). *Measuring energy efficiency: Is energy intensity a good evidence base?* Journal Applied Energy, vol 138, pp 450-459.
- PwC, Fraunhofer ISI & TU Vienna (2014). *Study evaluating the current energy efficiency policy framework in the EU and providing orientation on policy options for realising the cost-effective energy-efficiency/saving potential until 2020 and beyond*.
- Retail Forum for sustainability (2009). *Issue paper on the energy efficiency of stores*. Issue Paper No 1, September 2009.
- Ricardo-AEA (2015). *Study evaluating the national policy measures and methodologies to implement Article 7 of the Energy Efficiency Directive – Final Report*. Report for DG Energy.
- Rhônealpennergie-Environnement (2012). *BUY SMART+ Green Procurement in Europe - Procurement and Climate Protection - Guideline for procurement of office equipment*.
- Rutter, P. & Keirstead, J. (2012). *A brief history and the possible future of urban energy systems*. Journal Energy Policy, vol 50, pp 72-80.
- Schleich, J. (2009). *Barriers to energy efficiency: A comparison across the German commercial and services sector*. Journal Ecological Economics, vol 68, pp 2150-2159.
- Schleich, J. & Gruber, E. (2008). *Beyond case studies: Barriers to energy efficiency in commerce and the services sector*. Journal Energy Economics, v 30, pp 449-464.
- Schlomann, B., Rohde, C. & Plötz, P. (2015). *Dimensions of energy efficiency in a political context*. Journal Energy Efficiency, v 8, pp 97-115.
- Schlomann, B. & Schleich, J. (2015). *Adoption of low-cost energy efficiency measures in the tertiary sector – An empirical analysis based on energy survey data*. Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol 43, pp 1127-1133.
- Seyfang, G., Park, J. J. & Smith, A. (2013). *A thousand flowers blooming? An examination of community energy in the UK*. Journal Energy Policy, vol 61, pp 977-989.
- Simões, S., Seixas, J., Fortes, P., Huppés, G. (2014). *The savings of energy saving: interactions between energy supply and demand-side options – quantification for Portugal*. Journal Energy Efficiency, vol 7, pp 179-201.
- Singer, B. C., Coughlin, J. L. & Mathew, P. A. (2009). *Summary of Information and Resources Related to Energy Use in Hospitals – Version 1.0*. Environmental Energy Technologies Division, Lawrence Berkeley National Laboratory.
- SEDAC (2011a). *Energy smart tips for restaurants*.
- SEDAC (2011b). *Energy smart tips for supermarkets*.
- Sorrell, S. (2015). *Reducing energy demand: A review of issues, challenges and approaches*. Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol 47, pp 74-82.

- Sovacool, B. K. (2009). *The importance of comprehensiveness in renewable electricity and energy-efficiency policy*. Journal Energy Policy, v 37, pp 1529-1541.
- Sowa, J. (2013). *Procedures for estimation of: ventilation rates and sensible and latent heat gains*. Warsaw University of Technology, Faculty of Environmental Engineering.
- Sreedharan, P. (2013). *Recent estimates of energy efficiency potential in the USA*. Journal Energy Efficiency, vol 6, pp 433-445.
- Stephenson, J., Barton, B., Carrington, G., Gnoth, D., Lawson, R. & Thorsnes, P. (2010). *Energy cultures: A framework for understanding energy behaviours*. Journal Energy Policy, vol 38, pp 6120-6129.
- SEAI (2011). *Economic Analysis of Residential and Small-Business Energy Efficiency Improvements*.
- Taylor, P. G., d'Ortigue, O. L., Francoeur, M. & Trudeau, N. (2010). *Final energy use in IEA countries: The role of energy efficiency*. Journal Energy Policy, vol 38, pp 6463-6474.
- Tassou, S. A., Ge, Y., Hadawey, A. & Marriott, D. (2011). *Energy consumption and conservation in food retailing*. Journal Applied Thermal Engineering, v 31, pp 147-156.
- Teske, S., Pregger, T., Simon, S., Naegler, T., Graus, W. & Lins, C. (2011). *Energy [R]evolution 2010 – a sustainable world energy outlook*. Journal Energy Efficiency, vol 4, pp 409-433.
- The Engineering Toolbox (2016). *Air Change Rates for Typical Rooms and Buildings*. Consultado em janeiro de 2016.
- The Secretary-General's High-level Group on Sustainable Energy for All (2012). *Sustainable Energy for All - A Framework for Action*.
- Turconi, R., Boldrin, A. & Astrup, T. (2013). *Life cycle assessment (LCA) of electricity generation technologies: Overview, comparability and limitations*. Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, v 28, pp 555-565.
- Ürge-Vorsatz, D., Cabeza, L. F., Serrano, S., Barreneche, C. & Petrichenko, K. (2015). *Heating and cooling energy trends and drivers in buildings*. Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews, v 41, pp 85-98.
- Wang, Y. & Brown, M. A. (2014). *Policy drivers for improving electricity end-use efficiency in the USA: an economic-engineering analysis*. Journal Energy Efficiency, v 7, pp 517-546.
- WBCSD (2009). *Energy Efficiency in Buildings – Transforming the Market*.
- WEC (2007). *WEC Energy and Climate Change Study Group – Climate Change Policies and Measures: Portuguese National Assessment*.
- WEC (2010). *Energy Efficiency: A Recipe for Success*.
- WEC (2013a). *World Energy Perspective – Energy efficiency policies: what works and what does not*.
- WEC (2013b). *World Energy Perspective: Energy Efficiency Technologies – Overview Report*.
- WEC (2013c). *World Energy Resources – 2013 Survey. Chapter Summary*, pp 4-24.
- WEC (2013d). *World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050*.
- World Bank/ESMAP & IEA (2013). *Global Tracking Framework, chapter 3 energy efficiency*.
- WSBF & Carbon Connect (2013). *Building efficiency: reducing energy demand in the commercial sector*.
- Xcel Energy Inc. (2011). *Energy Savings Solutions for the Supermarket and Grocery Store Industry*.
- Xu, P., Huang, J., Shen, P., Ma, X., Gao, X., Xu, Q., Jiang, H. & Xiang, Y. (2013). *Commercial building energy use in six cities in Southern China*. Journal Energy Policy, v 53, pp 76-89.
- Zachariadis, T. & Hadjinicolaou, P. (2014). *The effect of climate change on electricity needs – A case study from Mediterranean Europe*. Journal Energy, vol 76, pp 899-910.

Apêndices

Apêndice 1 – Lista de estabelecimentos visitados em Telheiras

Em auditoria detalhada:

| Nº | Nome | Categoria | Morada |
|----|---|-----------------------|---|
| 1 | Prazeres do Vinho | Comércio geral | Rua Professor Mário Chicó nº 2F |
| 2 | Jardim de Telheiras | Comércio geral | Rua Professor João Barreira nº 21 |
| 3 | Arka | Comércio refrigerados | Rua Professor Francisco Gentil, Loja 2A |
| 4 | Ludicenter & Ecocenter | Comércio geral | Rua Professor Vítor Fontes nº 10 |
| 5 | Ana Correia Cabeleireiro | Saúde e beleza | Estrada de Telheiras nº 159A |
| 6 | Nella's Chocolatier | Restauração | Estrada de Telheiras, nº 159R |
| 7 | Bike Check e Bang Bang Tattoo Lisboa | Comércio geral | Estrada de Telheiras nº 159O |
| 8 | Central Pet | Saúde e beleza | Praça Professor Rodrigues Lapa loja 15J |
| 9 | A Horta de Telheiras | Comércio refrigerados | Rua Professor Francisco Gentil nº 2C |
| 10 | Mercearia de L'Praino | Restauração | Rua Professor Veiga Ferreira nº 23A |
| 11 | PlotDesign | Gráfica | Rua Poeta Bocage Loja 3 |
| 12 | Espaço Telheiras | Associação cultural | Rua Poeta Bocage, nº 5D |
| 13 | Equilíbrio Holístico | Comércio geral | Rua Professor Francisco Gentil, nº36B |

Em questionário:

| Nº | Nome | Categoria | Morada |
|----|-------------------------|-----------------------|---|
| 1 | Cartolina Azul | Comércio geral | Rua Professor Barbosa Soeiro, Loja 14F |
| 2 | Centro Pediátrico de T. | Saúde e beleza | Rua Professor Veiga Ferreira nº 15A |
| 3 | Cantinho de Telheiras | Restauração | Rua Professor Barbosa Soeiro nº 14I |
| 4 | Sabores com alma | Restauração | Rua Professor Francisco Gentil nº 35B |
| 5 | Manga Pimenta | Restauração | Rua Professor João Barreira nº 7 |
| 6 | Kaffa – coffee zone | Restauração | Rua Professor João Barreira nº 11 |
| 7 | Taylors | Restauração | Rua Professor João Barreira nº 13 |
| 8 | Coffee Bean | Restauração | Rua Professor João Barreira nº 19 |
| 9 | Nosso sítio | Restauração | Rua Professor João Barreira nº 40 |
| 10 | Espigasol | Restauração | Rua Professor Dias de Amado nº 1C |
| 11 | Pow Wow | Restauração | Rua Prof. Fernando de Fonseca nº19, l. 22 |
| 12 | A Padaria Portuguesa | Restauração | Rua Professor Francisco Gentil nº 29 |
| 13 | Lavandaria Self-service | Outro | Rua Professor Barbosa Soeiro nº 14B |
| 14 | Talho Gourmet | Comércio refrigerados | Rua Professor Francisco Gentil nº2E |
| 15 | Dermo relief Telheiras | Saúde e beleza | Rua Professor Francisco Gentil nº 20B |

| | | | |
|----|------------------------|-----------------------|---|
| 16 | ISA Engomadoria | Outro | Rua Professor Francisco Gentil nº 20A |
| 17 | Naboa Merceria | Comércio refrigerados | Rua Professor Fernando Fonseca nº 25A |
| 18 | Farmácias Portuguesas | Comércio geral | Rua Prof. Eduardo Araújo Coelho nº 5A |
| 19 | Loja da Comida | Comércio refrigerados | Jardim Prof. António Sousa Franco nº 5A |
| 20 | Flor de Lótus | Comércio geral | Rua Professor Francisco Gentil nº 2B |
| 21 | Naturalis | Saúde e beleza | Rua Professor Mário Chicó nº 2J |
| 22 | Salpicos Perfeitos | Gráfica | Rua Professor Francisco Gentil nº 24A |
| 23 | Glood | Comércio refrigerados | Rua Professor Francisco Gentil nº 20C |
| 24 | Wells | Comércio geral | Rua Professor Francisco Gentil nº 35A |
| 25 | Alcant'ra Fisio | Saúde e beleza | Rua Professor Veiga Ferreira nº 11 |
| 26 | Mycake | Comércio geral | Rua Professor Francisco Gentil nº 2G |
| 27 | 5 a sec - Telheiras | Outro | Rua Professor Francisco Gentil nº 2I |
| 28 | Matilde – Bazar do pão | Restauração | Rua Professor Mário Chicó nº 2A |
| 29 | Fatia Doce | Restauração | Rua Professor Francisco Gentil nº 22C |
| 30 | Sabores com Alma | Restauração | Rua Professor Vieira de Almeida nº 4 |
| 31 | Virgínia Dias | Saúde e beleza | Rua Professor Francisco Gentil nº 34A |
| 32 | Azul Giesta | Comércio geral | Rua Professor João Barreira nº 27 |
| 33 | Arte & tesoura | Saúde e beleza | Rua Professor João Barreira nº 29 |
| 34 | Arts | Saúde e beleza | Rua Prof. Dias de Amado nº 33, Loja 1A |
| 35 | Xarmony | Saúde e beleza | Rua Professor Francisco Gentil nº 16A |
| 36 | CNAP | Associação cultural | Rua Professor Francisco Gentil nº 8E |
| 37 | Toys'n parties | Associação cultural | Rua Prof. Eduardo Araújo Coelho nº 1C |

Apêndice 2 – Checklist de auditoria energética para pequenos estabelecimentos de comércio e serviços

1. Identificação do estabelecimento

Denominação: _____

Responsável/gerente: _____

Morada e código postal: _____

Contactos: _____

Horário de funcionamento: _____

Período de encerramento para férias: _____

Ano de inauguração: _____

Designação na CAE Rev.3: _____

Tipologia atribuída no contexto da dissertação: _____

2. Caraterização do estabelecimento

2.1 Caraterização geral

2.2 Edifício

Breve descrição do espaço: _____

Estatuto da empresa no espaço: Proprietária ☐ Arrendatária ☐

Ano de construção do edifício: _____

Tipo de edifício e materiais de construção, isolamento e proteção: _____

Área útil (m²): _____ Altura (m): _____ Espessura das paredes externas (cm): _____

O edifício tem certificação energética? Sim ☐ Não ☐ Se sim, a classe é: _____

2.3. Trabalhadores

Número total de trabalhadores e suas funções: _____

Número médio de trabalhadores por período: _____

2.4. Clientela

Número médio de clientes (por dia): _____

Capacidade máxima do estabelecimento: _____

2.5. Financeira

Custos anuais do estabelecimento (€): _____

Peso da energia na estrutura de custos (%): _____

3. Energia

3.1. Consumo por fonte

Eletricidade

Tipo de tarifário: Horário ☐ Bi-horário ☐

Potência contratada (kVA): _____

| Data e tipo de leitura | Leitura (kWh) | Custo total (€) |
|------------------------|---------------|-----------------|
| | | |
| | | |

Gás natural

Sim ☐ Não ☐ Se sim, o escalão é: _____

Outras fontes

Sim ☐ Não ☐ Se sim, quais? _____

3.2. Consumo por categoria de uso

Iluminação

| Descrição do equipamento | Indicador de uso | Medição | Método |
|--------------------------|------------------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |

Cozinha

| Descrição do equipamento | Indicador de uso | Medição | Método |
|--------------------------|------------------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |

Refrigeração

| Descrição do equipamento | Indicador de uso | Medição | Método |
|--------------------------|------------------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |

Higiene e limpeza

| Descrição do equipamento | Indicador de uso | Medição | Método |
|--------------------------|------------------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |

Equipamento de escritório, audiovisual e comunicação

| Descrição do equipamento | Indicador de uso | Medição | Método |
|--------------------------|------------------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |

Aquecimento de águas

| Descrição do equipamento | Indicador de uso | Medição | Método |
|--------------------------|------------------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |

Climatização

| Descrição do equipamento | Indicador de uso | Medição | Método |
|--------------------------|------------------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |

Equipamento especializado

| Descrição do equipamento | Indicador de uso | Medição | Método |
|--------------------------|------------------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |

4. Investimento em eficiência energética

Acha possível melhorar as práticas? Sim ☐ Não ☐ Se sim, onde? _____

Há hipótese de modificar aspetos do funcionamento? Sim ☐ Não ☐ Se sim, quais? _____

Está disposto a efetuar remodelações no edifício? Sim ☐ Apenas se forem simples ☐ Não ☐

Tempo de retorno máximo do investimento (anos): _____

Teto de investimento (€) e fonte de financiamento: _____

Oportunidades e dificuldades: _____

5. Outros apontamentos

Apêndice 3 – Opções para substituição por equipamentos eficientes

Iluminação

Lâmpadas LED com casquilho E27, E14, GU10 e GU5.3 e mais de 1000 lumens:

| Retalhista | Casquilho | Custo (€) | Potência (W) | Eficiência (lm/W) | Opção |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-------------------|-------------|
| Getalamp | E27 | 9,43 | 10 | 106 | +eficiência |
| Getalamp | E27 | 7,64 | 11 | 96 | Mercado |
| PMEletrónica | E27 | 6,66 | 12 | 96 | Mercado |
| Virtual leds | E27 | 5,95 | 12 | 88 | Mercado |
| Robert Mauser | E14 | 4,87 | 12 | 96 | Mercado |
| Virtual leds | E27 | 3,80 | 12 | 88 | -custo |

Lâmpadas LED com casquilho E27, E14, GU10 e GU5.3 e entre 600 e 999 lumens:

| Retalhista | Casquilho | Custo (€) | Potência (W) | Eficiência (lm/W) | Opção |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-------------------|-------------|
| Getalamp | E27 | 7,20 | 6 | 134 | +eficiência |
| Getalamp | E27 | 5,41 | 8 | 101 | Mercado |
| AKI | E27 | 4,49 | 8 | 98 | Mercado |
| AKI | E27 | 4,99 | 9 | 90 | Mercado |
| Robert Mauser | GU10 | 5,99 | 7 | 100 | Mercado |
| Getalamp | GU5.3 | 12,05 | 8 | 83 | Mercado |
| Robert Mauser | E27 | 2,99 | 10 | 95 | -custo |

Lâmpadas LED com casquilho E27, E14, GU10 e GU5.3 e entre 400 e 599 lumens:

| Retalhista | Casquilho | Custo (€) | Potência (W) | Eficiência (lm/W) | Opção |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-------------------|-------------|
| Leroy Merlin | GU5.3 | 6,49 | 4 | 129 | +eficiência |
| Leroy Merlin | E27 | 7,99 | 5 | 107 | Mercado |
| PMEletrónica | E27 | 7,46 | 6 | 98 | Mercado |
| Getalamp | E27 | 4,63 | 5 | 94 | Mercado |
| Virtual leds | E27 | 3,44 | 6 | 78 | Mercado |
| IKEA | E27 | 2,99 | 6 | 64 | Mercado |
| Leroy Merlin | E14 | 9,99 | 4 | 118 | Mercado |
| Robert Mauser | E14 | 8,09 | 4 | 113 | Mercado |
| Robert Mauser | E14 | 3,91 | 5 | 90 | Mercado |
| Robert Mauser | E14 | 3,41 | 7 | 80 | Mercado |
| Virtual leds | E14 | 3,96 | 6 | 78 | Mercado |
| PMEletrónica | GU10 | 4,61 | 4 | 100 | Mercado |
| Robert Mauser | GU10 | 4,41 | 6 | 93 | Mercado |
| Robert Mauser | GU10 | 3,59 | 6 | 83 | Mercado |
| Robert Mauser | GU10 | 2,99 | 6 | 75 | Mercado |
| Robert Mauser | GU5.3 | 5,32 | 6 | 83 | Mercado |
| Robert Mauser | GU5.3 | 5,32 | 6 | 80 | Mercado |
| Robert Mauser | GU5.3 | 4,53 | 7 | 79 | Mercado |
| Virtual leds | GU5.3 | 5,95 | 7 | 71 | Mercado |
| Robert Mauser | GU10 | 2,79 | 5 | 80 | -custo |

Lâmpadas LED com casquilho E27, E14, GU10 e GU5.3 e entre 200 e 399 lumens:

| Retalhista | Casquilho | Custo (€) | Potência (W) | Eficiência (lm/W) | Opção |
|--------------|-----------|-----------|--------------|-------------------|-------------|
| Getalamp | E27 | 5,71 | 2 | 125 | +eficiência |
| Virtual leds | E27 | 3,91 | 2 | 105 | Mercado |

| | | | | | |
|---------------|-------|------|---|-----|---------|
| AKI | E27 | 4,49 | 3 | 93 | Mercado |
| Virtual leds | E27 | 2,95 | 4 | 80 | Mercado |
| Robert Mauser | E14 | 6,29 | 3 | 120 | Mercado |
| Virtual leds | E14 | 3,86 | 2 | 105 | Mercado |
| AKI | E14 | 4,49 | 3 | 93 | Mercado |
| Virtual leds | E14 | 2,95 | 4 | 80 | Mercado |
| Robert Mauser | E14 | 2,39 | 3 | 80 | Mercado |
| Getalamp | GU10 | 5,84 | 3 | 108 | Mercado |
| Robert Mauser | GU10 | 2,99 | 4 | 92 | Mercado |
| Robert Mauser | GU10 | 1,99 | 5 | 79 | Mercado |
| Virtual leds | GU10 | 2,25 | 3 | 67 | Mercado |
| AKI | GU10 | 4,99 | 5 | 56 | Mercado |
| Robert Mauser | GU5.3 | 4,78 | 4 | 92 | Mercado |
| Robert Mauser | GU5.3 | 4,49 | 4 | 87 | Mercado |
| Virtual leds | GU5.3 | 4,45 | 4 | 75 | Mercado |
| Virtual leds | GU5.3 | 3,46 | 3 | 67 | Mercado |
| AKI | GU5.3 | 2,99 | 9 | 42 | Mercado |
| Robert Mauser | E27 | 0,99 | 5 | 78 | -custo |

Lâmpadas LED com casquilho G13 e 150 cm de comprimento:

| Retalhista | Custo (€) | Potência (W) | Opção |
|--------------|-----------|--------------|-------------|
| Getalamp | 27,36 | 20 | +eficiência |
| Getalamp | 18,91 | 22 | Mercado |
| Virtual leds | 13,99 | 22 | -custo |

Lâmpadas LED com casquilho G13 e 120 cm de comprimento:

| Retalhista | Custo (€) | Potência (W) | Opção |
|---------------|-----------|--------------|--------------------|
| Robert Mauser | 5,90 | 13 | +eficiência/-custo |
| Getalamp | 20,45 | 15 | Mercado |
| Robert Mauser | 9,34 | 18 | Mercado |
| Getalamp | 17,09 | 16 | Mercado |
| Virtual leds | 11,96 | 18 | Mercado |
| Getalamp | 14,29 | 19 | Mercado |

Lâmpadas LED com casquilho G13 e 90 a 100 cm de comprimento:

| Retalhista | Custo (€) | Potência (W) | Opção |
|---------------|-----------|--------------|--------------------|
| Virtual leds | 10,96 | 14 | +eficiência/-custo |
| Robert Mauser | 22,65 | 15 | Mercado |
| Getalamp | 21,86 | 15 | Mercado |

Lâmpadas LED com casquilho G13 e 60 cm de comprimento:

| Retalhista | Custo (€) | Potência (W) | Opção |
|---------------|-----------|--------------|--------------------|
| Robert Mauser | 3,99 | 8 | +eficiência/-custo |
| Getalamp | 15,36 | 10 | Mercado |
| Virtual leds | 6,96 | 10 | Mercado |
| Getalamp | 10,84 | 8 | Mercado |
| Getalamp | 10,04 | 10 | Mercado |

Sensor crepuscular:

| Retalhista | Nome do produto | Custo (€) | Opção |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|---------|
| Castro Electrónica | Sensor Luz Control Switch Dia/Noite | 7,50 | Mercado |
| Robert Mauser | Sensor crepuscular com sonda externa | 7,96 | Mercado |
| Leroy Merlin | Detetor de crepuscular branco xindar | 16,99 | Mercado |
| Robert Mauser | Sensor crepuscular 230VAC | 4,18 | -custo |

Sensor de movimento:

| Retalhista | Nome do produto | Custo (€) | Opção |
|--------------------|---------------------------------------|-----------|---------|
| AKI | Detetor de movimento evology | 8,99 | Mercado |
| Robert Mauser | Módulo sensor de movimento p/ embutir | 5,98 | Mercado |
| Robert Mauser | Sensor movimento infravermelho branco | 7,97 | Mercado |
| Castro Electrónica | Módulo sensor de movimento p/embutir | 5,75 | -custo |

Acessórios para substituição de casquilhos obsoletos:

| Retalhista | Nome do produto | Custo (€) | Opção |
|---------------|---|-----------|---------|
| Robert Mauser | Suporte para lâmpada GU10 cerâmico | 1,85 | Mercado |
| Leroy Merlin | Kit de conexão metal | 1,69 | -custo |
| Leroy Merlin | Cabo H03VV-F 5m | 3,99 | Mercado |
| Robert Mauser | Fita isoladora PVC 15mm 10m branca | 0,80 | Mercado |
| Leroy Merlin | Fita isoladora 15mm 10m preta | 0,49 | -custo |
| Leroy Merlin | Aro para foco de encastrar clare branco | 3,49 | Mercado |
| Robert Mauser | Aro fixo com mola para lâmpadas GU10 | 1,46 | -custo |
| Leroy Merlin | Transformador eletrónico ET PARROT | 7,99 | Mercado |
| Robert Mauser | Transformador eletrónico Blink ET50D | 4,54 | -custo |

Cozinha, escritório, audiovisual e comunicação

Bloco de 3 ou 4 tomadas com interruptor:

| Retalhista | Nome do produto | Custo (€) | Opção |
|--------------|---------------------------------------|-----------|---------|
| Leroy Merlin | Bloco de 3 tomadas 2P+T 16A | 3,39 | Mercado |
| Continente | Bloco 3 tomadas com terra rotativa | 9,99 | Mercado |
| Leroy Merlin | Bloco de 4 tomadas 2P+T 16A | 3,99 | Mercado |
| AKI | Bloco de 4 tomadas com interruptor | 5,79 | Mercado |
| Continente | Bloco de 4 tomadas com terra rotativa | 11,99 | Mercado |
| AKI | Bloco de 3 tomadas | 2,39 | -custo |

Bloco de 5 ou 6 tomadas com interruptor:

| Retalhista | Nome do produto | Custo (€) | Opção |
|--------------|---------------------------------------|-----------|---------|
| Continente | Bloco de 5 tomadas com terra | 12,99 | Mercado |
| Leroy Merlin | Bloco de 6 tomadas 2P+T 16A | 4,49 | Mercado |
| AKI | Bloco de 6 tomadas com interruptor | 6,19 | Mercado |
| Continente | Bloco de 6 tomadas rotativo com terra | 13,99 | Mercado |
| Leroy Merlin | Bloco de 5 tomadas 2P+T | 3,99 | -custo |

Refrigeração

Pequeno frigorífico com capacidade bruta inferior a 150 litros:

| Retalhista | Classe energética | Capacidade (l) | Custo (€) | Consumo (kWh/ano) | Opção |
|------------------|-------------------|----------------|-----------|-------------------|-------------|
| Prinfor | A++ | 62 | 137,81 | 62 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | A++ | 125 | 188,00 | 91 | Mercado |
| Prinfor | A+++ | 145 | 474,83 | 62 | Mercado |
| Prinfor | A+ | 48 | 124,79 | 88 | -custo |

Frigorífico combinado com capacidade útil entre 300 e 399 litros:

| Retalhista | Classe energética | Capacidade (l) | Custo (€) | Consumo (kWh/ano) | Opção |
|------------------|-------------------|----------------|-----------|-------------------|-------------|
| In FigueiraHouse | A+ | 300 | 285,82 | 238 | +eficiência |
| Ponto Frio | A+ | 310 | 439,00 | 280 | Mercado |
| Vale do Paiva | A+ | 334 | 299,29 | 285 | Mercado |
| Ponto Frio | A+ | 354 | 649,00 | 333 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+ | 306 | 278,20 | 265 | -custo |
| Electro Neves | A++ | 318 | 539,69 | 217 | +eficiência |
| Prinfor | A++ | 320 | 390,92 | 224 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 337 | 418,25 | 235 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 339 | 366,50 | 243 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 301 | 320,08 | 219 | -custo |
| Vale do Paiva | A+++ | 312 | 685,36 | 149 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | A+++ | 303 | 600,16 | 150 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+++ | 336 | 646,59 | 156 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+++ | 357 | 653,44 | 169 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+++ | 337 | 560,09 | 161 | -custo |

Expositor vertical de bebidas com capacidade até 99 garrafas de 0,75 litros:

| Retalhista | Classe energética | Capacidade (garrafas) | Custo (€) | Consumo (kWh/ano) | Opção |
|------------------|-------------------|-----------------------|-----------|-------------------|-------------|
| MCC Electro | A | 66 | 678,57 | 145 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | B | 40 | 313,22 | 197 | Mercado |
| Electro Neves | B | 43 | 505,90 | 153 | Mercado |
| In FigueiraHouse | B | 70 | 351,27 | 206 | Mercado |
| Electronic.star | B | 26 | 298,90 | 151 | -custo |

Expositor vertical de bebidas com capacidade superior a 100 garrafas de 0,75 litros:

| Retalhista | Classe energética | Capacidade (garrafas) | Custo (€) | Consumo (kWh/ano) | Opção |
|-----------------|-------------------|-----------------------|-----------|-------------------|--------------------|
| MHR | A+ | 164 | 932,90 | 128 | +eficiência/-custo |
| MCC Electro | B | 100 | 1 518,57 | 212 | Mercado |
| Electronic.star | A | 120 | 1 349,99 | 219 | Mercado |
| MHR | A+ | 200 | 1 166,90 | 133 | Mercado |
| MHR | A++ | 253 | 1 678,90 | 141 | Mercado |

Arca de congelação horizontal com capacidade útil entre 200 e 299 litros:

| Retalhista | Classe energética | Capacidade (l) | Custo (€) | Consumo (kWh/ano) | Opção |
|------------------|-------------------|----------------|-----------|-------------------|--------------------|
| MHR | A+ | 202 | 223,90 | 211 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | A+ | 220 | 249,17 | 224 | Mercado |
| MHR | A+ | 251 | 249,90 | 248 | Mercado |
| MHR | A+ | 260 | 254,90 | 247 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+ | 285 | 271,01 | 234 | Mercado |
| MHR | A+ | 205 | 206,90 | 224 | -custo |
| | | | | | |
| MHR | A++ | 230 | 344,90 | 169 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | A++ | 223 | 317,02 | 179 | Mercado |
| MHR | A++ | 251 | 338,90 | 194 | Mercado |
| MHR | A++ | 255 | 391,90 | 196 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 284 | 348,99 | 189 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 203 | 312,14 | 175 | -custo |
| | | | | | |
| In FigueiraHouse | A+++ | 200 | 711,62 | 117 | +eficiência/-custo |
| In FigueiraHouse | A+++ | 276 | 784,15 | 137 | Mercado |

Arca de congelação horizontal com capacidade útil superior a 400 litros:

| Retalhista | Classe energética | Capacidade (l) | Custo (€) | Consumo (kWh/ano) | Opção |
|------------------|-------------------|----------------|-----------|-------------------|--------------------|
| Ponto Frio | A+ | 411 | 379,00 | 305 | +eficiência |
| Prinfor | A+ | 495 | 395,81 | 323 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+ | 572 | 856,67 | 432 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+ | 411 | 305,32 | 342 | -custo |
| | | | | | |
| In FigueiraHouse | A++ | 403 | 720,20 | 247 | +eficiência/-custo |
| In FigueiraHouse | A++ | 475 | 802,08 | 275 | Mercado |
| | | | | | |
| In FigueiraHouse | A+++ | 419 | 841,86 | 175 | Mercado |

Higiene e limpeza

Máquina de lavar roupa com classe energética A+++:

| Retalhista | Capacidade (kg) | Custo (€) | Consumo (kWh/ciclo) | Opção |
|------------------|-----------------|-----------|---------------------------------|-------------|
| In FigueiraHouse | 7,0 | 300,28 | 1 – 0,600; 2 – 0,480; 3 – 0,390 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | 7,0 | 570,48 | 1 – 0,720; 2 – 0,620; 3 – 0,460 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 7,0 | 274,40 | 1 – 0,808; 2 – 0,583; 3 – 0,554 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 7,0 | 361,17 | 1 – 0,660; 2 – 0,550; 3 – 0,520 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 7,0 | 279,73 | 1 – 0,920; 2 – 0,680; 3 – 0,530 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 7,0 | 370,30 | 1 – 0,660; 2 – 0,550; 3 – 0,520 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 7,0 | 252,33 | 1 – 0,840; 2 – 0,630; 3 – 0,610 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 7,0 | 242,43 | 1 – 0,940; 2 – 0,635; 3 – 0,585 | -custo |
| | | | | |
| In FigueiraHouse | 8,0 | 562,87 | 1 – 0,536; 2 – 0,336; 3 – 0,336 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | 8,0 | 339,09 | 1 – 0,691; 2 – 0,577; 3 – 0,458 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 8,0 | 375,63 | 1 – 0,640; 2 – 0,530; 3 – 0,510 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 8,0 | 390,09 | 1 – 0,700; 2 – 0,520; 3 – 0,420 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 8,0 | 456,31 | 1 – 0,600; 2 – 0,450; 3 – 0,410 | Mercado |

| | | | | |
|------------------|-----|--------|---------------------------------|-------------|
| In FigueiraHouse | 8,0 | 448,70 | 1 – 0,540; 2 – 0,480; 3 – 0,480 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 8,0 | 294,19 | 1 – 0,887; 2 – 0,517; 3 – 0,521 | -custo |
| In FigueiraHouse | 9,0 | 575,05 | 1 – 0,640; 2 – 0,340; 3 – 0,340 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | 9,0 | 358,88 | 1 – 0,800; 2 – 0,603; 3 – 0,521 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 9,0 | 489,04 | 1 – 0,920; 2 – 0,600; 3 – 0,420 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 9,0 | 471,53 | 1 – 0,810; 2 – 0,610; 3 – 0,580 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 9,0 | 369,54 | 1 – 0,820; 2 – 0,680; 3 – 0,420 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 9,0 | 505,02 | 1 – 0,650; 2 – 0,510; 3 – 0,510 | Mercado |
| In FigueiraHouse | 9,0 | 340,62 | 1 – 1,002; 2 – 0,602; 3 – 0,585 | -custo |

Nota: Ciclo 1 – programa de lavagem normal de algodão a 60 °C em plena carga; Ciclo 2 – programa de lavagem normal de algodão a 60 °C em carga parcial; Ciclo 3 - programa de lavagem normal de algodão a 40 °C em carga parcial.

Aquecimento de águas sanitárias

Sistema solar térmico de termosifão, incluindo custos de instalação (490,00 €) e acessórios (222,99 €):

| Retalhista | Capacidade (l) | Custo (€) | Opção |
|---------------|----------------|-----------|---------|
| Obras360 | 100 | 1 621,99 | Mercado |
| Obras360 | 100 | 1 299,00 | -custo |
| Leroy Merlin | 150 | 1 711,99 | Mercado |
| Leroy Merlin | 150 | 1 851,99 | Mercado |
| Leroy Merlin | 150 | 1 881,99 | Mercado |
| Obras360 | 150 | 1 737,99 | Mercado |
| Obras360 | 150 | 1 767,99 | Mercado |
| JMSILVA | 150 | 1 911,99 | Mercado |
| JMSILVA | 150 | 1 911,99 | Mercado |
| JMSILVA | 150 | 1 850,99 | Mercado |
| JMSILVA | 150 | 1 850,99 | Mercado |
| Hidrofase | 150 | 1 697,99 | Mercado |
| SANILUZ | 150 | 1 448,90 | -custo |
| Hidrofase | 200 | 1 797,99 | Mercado |
| Vale do Paiva | 200 | 2 133,99 | Mercado |
| Vale do Paiva | 200 | 2 068,99 | Mercado |
| Leroy Merlin | 200 | 1 861,99 | Mercado |
| Leroy Merlin | 200 | 2 041,99 | Mercado |
| Hidrofase | 200 | 1 975,99 | Mercado |
| Obras360 | 200 | 1 936,44 | Mercado |
| Pacific shop | 200 | 2 129,95 | Mercado |
| JMSILVA | 200 | 2 022,99 | Mercado |
| JMSILVA | 200 | 1 967,99 | Mercado |
| SANILUZ | 200 | 1 962,49 | Mercado |
| SANILUZ | 200 | 1 962,49 | Mercado |
| SANILUZ | 200 | 1 545,75 | -custo |

Climatização

Unidade de ar condicionado *monosplit* com capacidade de arrefecimento entre 2,0 e 3,4 kW:

| Retalhista | Classe energética no arrefecimento | Capacidade de arrefecimento (kW) | Custo (€) | EER | COP | Opção |
|------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|------|------|--------------------|
| Prinfor | A+ | 2,5 | 396,63 | 3,42 | 3,37 | +eficiência/-custo |

| | | | | | | |
|------------------|------|-----|----------|------|------|-------------|
| In FigueiraHouse | A+ | 2,7 | 423,86 | 3,10 | 3,11 | Mercado |
| Leroy Merlin | A+ | 3,0 | 479,00 | 2,81 | 3,33 | Mercado |
| | | | | | | |
| Leroy Merlin | A++ | 2,0 | 899,00 | 4,65 | 4,71 | +eficiência |
| Vale do Paiva | A++ | 2,5 | 615,02 | 4,17 | 4,57 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 2,5 | 999,00 | 4,39 | 3,67 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 2,5 | 949,00 | 4,15 | 4,52 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 2,5 | 678,09 | 4,24 | 4,10 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 2,6 | 497,94 | 3,61 | 3,89 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 3,2 | 389,00 | 3,21 | 3,61 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 3,4 | 649,00 | 3,15 | 3,54 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 2,5 | 359,00 | 3,21 | 3,61 | -custo |
| | | | | | | |
| Leroy Merlin | A+++ | 2,5 | 1 999,00 | 5,95 | 5,81 | +eficiência |
| Prinfor | A+++ | 2,5 | 763,33 | 4,81 | 4,78 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+++ | 2,5 | 805,98 | 5,56 | 5,61 | Mercado |
| Prinfor | A+++ | 2,5 | 821,87 | 5,10 | 5,61 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+++ | 2,5 | 749,83 | 4,55 | 4,15 | -custo |

Unidade de ar condicionado *monosplit* com capacidade de arrefecimento entre 3,5 e 4,9 kW:

| Retalhista | Classe energética no arrefecimento | Capacidade de arrefecimento (kW) | Custo (€) | EER | COP | Opção |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|------|------|-------------|
| In FigueiraHouse | A+ | 3,5 | 497,10 | 3,40 | 3,64 | +eficiência |
| Leroy Merlin | A+ | 3,5 | 489,00 | 2,73 | 3,24 | Mercado |
| Leroy Merlin | A+ | 4,2 | 1 329,00 | 3,36 | 3,71 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+ | 3,5 | 440,23 | 3,13 | 3,65 | -custo |
| | | | | | | |
| Leroy Merlin | A++ | 3,5 | 1 199,00 | 4,07 | 4,76 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | A++ | 3,5 | 643,78 | 3,89 | 4,00 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 3,5 | 522,90 | 3,18 | 3,36 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 3,5 | 756,85 | 3,61 | 3,81 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 3,5 | 838,74 | 3,33 | 4,26 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 3,5 | 1 089,00 | 4,12 | 4,32 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 4,6 | 669,00 | 3,22 | 3,62 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 3,5 | 465,19 | 2,99 | 3,33 | -custo |
| | | | | | | |
| Leroy Merlin | A+++ | 3,5 | 2 199,00 | 5,15 | 5,05 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | A+++ | 3,5 | 894,89 | 4,38 | 5,71 | -custo |

Unidade de ar condicionado *monosplit* com capacidade de arrefecimento entre 5,0 e 6,4 kW:

| Retalhista | Classe energética no arrefecimento | Capacidade de arrefecimento (kW) | Custo (€) | EER | COP | Opção |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|------|------|-------------|
| In FigueiraHouse | A | 5,0 | 587,63 | 2,91 | 3,51 | Mercado |
| | | | | | | |
| Leroy Merlin | A+ | 5,0 | 1 429,00 | 3,36 | 3,71 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | A+ | 5,3 | 720,20 | 3,27 | 3,31 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+ | 5,3 | 669,51 | 3,25 | 3,30 | -custo |
| | | | | | | |
| Leroy Merlin | A++ | 5,0 | 1 016,00 | 3,91 | 4,11 | +eficiência |
| Vale do Paiva | A++ | 5,0 | 817,05 | 3,20 | 3,60 | Mercado |
| Audilar | A++ | 5,0 | 1 590,00 | 3,85 | 4,41 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 5,0 | 1 499,00 | 3,47 | 3,82 | Mercado |

| | | | | | | |
|--------------|------|-----|----------|------|------|---------|
| Leroy Merlin | A++ | 5,2 | 799,00 | 3,25 | 3,63 | -custo |
| Leroy Merlin | A+++ | 5,0 | 2 779,00 | 4,24 | 4,60 | Mercado |

Unidade de ar condicionado *monosplit* com capacidade de arrefecimento entre 6,5 e 8,0 kW:

| Retalhista | Classe energética no arrefecimento | Capacidade de arrefecimento (kW) | Custo (€) | EER | COP | Opção |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|------|------|--------------------|
| Leroy Merlin | A | 7,1 | 2 499,00 | 3,02 | 3,22 | +eficiência |
| In FigueiraHouse | A | 6,5 | 752,17 | 2,98 | 3,15 | -custo |
| In FigueiraHouse | A+ | 6,5 | 883,97 | 3,35 | 3,40 | +eficiência/-custo |
| Leroy Merlin | A+ | 6,5 | 1 990,00 | 3,26 | 4,07 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A+ | 7,1 | 1 491,71 | 3,01 | 2,81 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 6,7 | 899,00 | 3,57 | 3,75 | +eficiência/-custo |
| Leroy Merlin | A++ | 6,5 | 999,00 | 3,25 | 3,61 | Mercado |
| In FigueiraHouse | A++ | 6,8 | 1 323,80 | 3,30 | 3,51 | Mercado |
| Prinfor | A++ | 6,8 | 1 047,33 | 3,30 | 3,40 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 6,5 | 1 789,00 | 2,89 | 3,44 | Mercado |

Unidade de ar condicionado do tipo *multisplit*:

| Retalhista | Classe energética no arrefecimento | Capacidade de arrefecimento (kW) | Custo (€) | EER | COP | Opção |
|--------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|------|------|-------------|
| Leroy Merlin | A+ | 2,5 + 2,5 | 1 749,00 | 4,76 | 5,00 | +eficiência |
| Leroy Merlin | A+ | 2,5 + 2,5 | 1 899,00 | 3,67 | 4,27 | Mercado |
| Leroy Merlin | A+ | 2,5 + 2,5 | 999,00 | 3,36 | 3,61 | -custo |
| Leroy Merlin | A+ | 2,5 + 3,5 | 1 749,00 | 4,33 | 4,67 | +eficiência |
| Leroy Merlin | A+ | 2,4 + 3,5 | 1 999,00 | 3,23 | 4,07 | Mercado |
| Leroy Merlin | A+ | 2,6 + 3,5 | 1 299,00 | 3,36 | 3,59 | -custo |
| Leroy Merlin | A+ | 3,5 + 3,5 | 2 499,00 | 3,21 | 4,18 | Mercado |

Unidade de ar condicionado do tipo *cassete de teto*:

| Retalhista | Classe energética no arrefecimento | Capacidade de arrefecimento (kW) | Custo (€) | EER | COP | Opção |
|--------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------|------|------|--------------------|
| Leroy Merlin | A++ | 3,5 | 1 299,00 | 3,33 | 3,69 | +eficiência/-custo |
| Leroy Merlin | A++ | 4,3 | 1 399,00 | 3,23 | 3,73 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 5,2 | 1 299,00 | 3,21 | 3,61 | Mercado |
| Leroy Merlin | A++ | 6,8 | 1 699,00 | 3,08 | 3,54 | Mercado |

Custo de instalação de unidade de ar condicionado, excluindo acessórios (34,99 €):

| Retalhista | Tipo de equipamento | Custo (€) | Opção |
|--------------|------------------------------|-----------|---------|
| Leroy Merlin | Monosplit até 4,9 kW | 149,00 | Mercado |
| Leroy Merlin | Monosplit entre 5,0 e 8,0 kW | 239,00 | Mercado |
| Leroy Merlin | Multisplit e cassete de teto | 319,00 | Mercado |

Apêndice 4 – Metodologia de cálculo de ganhos e perdas térmicas

Os ganhos e perdas térmicas têm várias origens, quer interiores quer exteriores ao espaço, nomeadamente envolvente (Q_c), renovação do ar (Q_v), solares (Q_s), pessoas (Q_p) e equipamentos (Q_i) (Aelenei, 2009). Neste procedimento, não foram considerados os ganhos ou perdas provenientes de pontes térmicas lineares e pavimentos, por se considerar que são menos significativos e de cálculo mais complexo. O ganho ou perda térmica total (Q_t), para cada estação e para a situação inicial e otimizada, é dado pelo somatório entre os vários fatores, sendo todo o cálculo efetuado em W (Equação 1).

$$Q_t = Q_c + Q_v + Q_s + Q_p + Q_e \quad (\text{Equação 1})$$

Em primeiro lugar, calculou-se as perdas térmicas por condução através da envolvente no inverno (Q_{ci}), tanto para a situação inicial como para a otimizada. Este fator é igual ao somatório das perdas por todos os elementos ligados ao exterior (Q_{ext}) e a espaços interiores não-aquecidos (Q_{int}).

No caso das perdas instantâneas pelas paredes e envidraçados exteriores (Q_{ext}), foi usada a equação 2, para cada elemento, onde o U é o quociente de transmissão térmica ($\text{W/m}^2/^{\circ}\text{C}$), o A é a área do elemento medida pelo interior (m^2), θ_i é a temperatura do ar no interior do edifício ($^{\circ}\text{C}$) para a situação inicial e otimizada e θ_{atm} é a temperatura do ar exterior ($^{\circ}\text{C}$) (Aelenei, 2009).

$$Q_{ext} = U \times A \times (\theta_{atm} - \theta_i) \quad (\text{Equação 2})$$

Sabendo que o período de construção da maioria dos edifícios do bairro de Telheiras é entre a década de 80 e 90 (CML *et al.*, 2012; Guimarães & Matos, 2010), as paredes externas são constituídas de duas camadas de tijolo furado. Assim, os valores de U selecionados foram 1,1 $\text{W/m}^2/^{\circ}\text{C}$, para paredes de espessura 0,11 + 0,11 m, de 0,96 $\text{W/m}^2/^{\circ}\text{C}$, para espessuras de 0,11 + 0,15 m, e 0,86 $\text{W/m}^2/^{\circ}\text{C}$, para espessuras de 0,15 + 0,15 m (LNEC, 2006). Para os envidraçados, escolheu-se o valor de U igual a 6,0 $\text{W/m}^2/^{\circ}\text{C}$, correspondente a vidros simples, sem corte térmico e em janelas fixas (LNEC, 2006).

No caso das perdas por zonas correntes que separam um espaço aquecido de um não aquecido (Q_{int}), foi usada a equação 3 para cada elemento (Aelenei, 2009). As variáveis são semelhantes às da equação 2, com a exceção da θ_a que representa a temperatura da local não aquecido ($^{\circ}\text{C}$).

$$Q_{int} = U \times A \times (\theta_a - \theta_i) \quad (\text{Equação 3})$$

Para as paredes interiores, foi usado um U igual a 1,3 $\text{W/m}^2/^{\circ}\text{C}$, correspondente a paredes simples de tijolo furado, sem isolamento térmico, com espessura de 0,20 a 0,24 m (pp 69 LNEC, 2006). A temperatura do ar do local não aquecido toma um valor intermédio entre a exterior e a interior, sendo dado pela equação 4, onde τ é um parâmetro adimensional que toma valores entre 0 e 1 (Aelenei, 2009). Em armazéns, este parâmetro toma o valor de 0,7, enquanto em espaços comerciais é igual a 0,2 (Aelenei, 2009).

$$\theta_a = \theta_i - \tau \times (\theta_i - \theta_{atm}) \quad (\text{Equação 4})$$

Na estação de arrefecimento, foram calculados os ganhos térmicos por condução através da envolvente opaca exterior (Q_{cv}), para a situação inicial e otimizada. Estas cargas resultam dos efeitos combinados da temperatura exterior e da radiação solar incidente (Aelenei, 2009). O seu cálculo foi efetuado pela equação 5, para cada orientação e elemento, onde α é o coeficiente de absorção de radiação solar da superfície exterior da parede, G é a intensidade da radiação solar instantânea incidente em cada orientação (W/m^2) e h_e é a condutância térmica superficial exterior do elemento da envolvente que toma o valor de $25 W/m^2/^\circ C$ (Aelenei, 2009).

$$Q_{cv} = U \times A \times (\theta_{atm} - \theta_i) + U \times A \times \left(\frac{\alpha \times G}{h_e}\right) \quad (\text{Equação 5})$$

O valor de U usado foi o mesmo que referido anteriormente para as paredes externas. O coeficiente de absorção α toma o valor de 0,4 para paredes de cor clara, 0,5 para cor média e 0,8 para cor escura (Aelenei, 2009). A variável G foi calculada dividindo os valores de intensidade da radiação solar para a estação convencional de arrefecimento (em kWh/m^2) da zona climática de Lisboa (Aelenei, 2009), pela duração desse período, encontrando-se na tabela seguinte.

Intensidade da radiação solar instantânea incidente em cada orientação (W/m^2) na zona climática V2 S (adaptado de Aelenei, 2009):

| Zona | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | Horiz. |
|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| V2 S | 68 | 116 | 161 | 157 | 130 | 157 | 161 | 116 | 280 |

O passo seguinte foi o cálculo das perdas ou ganhos térmicos resultantes da renovação do ar (Q_v), nas estações de aquecimento e de arrefecimento e para as situações inicial e otimizada. Esta componente foi calculada pela equação 6, onde R_{ph} é o número de renovações horárias do ar interior (h^{-1}) e V é o volume do espaço, que pode ser calculado pelo produto entre a área útil e o pé-direito médio (Aelenei, 2009).

$$Q_v = 0,34 \times R_{ph} \times V \times (\theta_{atm} - \theta_i) \quad (\text{Equação 6})$$

Para o R_{ph} , os valores sugeridos para Aelenei (2009) não puderam ser usados, pois destinam-se a frações residenciais. Assim foram utilizados os números típicos de renovações horárias do ar descritos na tabela seguinte, referentes a um conjunto de espaços comerciais.

Os últimos ganhos térmicos externos calculados foram os solares através dos vãos envidraçados, para a estação de aquecimento e arrefecimento. Neste caso, não houve diferenciação por situação inicial e otimizada, pois a temperatura regulada para o ar interior não tem influência no cálculo.

Número típico de renovações horárias do ar interior (h^{-1}) em espaços comerciais (adaptado de The Engineering ToolBox, 2016):

| Tipo de espaço | Número de renovações horárias do ar interior (h^{-1}) |
|----------------|---|
| Espaço geral | 4 |
| Cabeleireiro | 6 - 10 |
| Clínica médica | 8 - 12 |
| Escritório | 4 |
| Restaurante | 8 - 12 |
| Retalho | 6 - 10 |

Para a estação de aquecimento (Q_{si}), os ganhos térmicos foram obtidos pela equação 7, para cada elemento e orientação (Aelenei, 2009). Nesta equação, G_{sul} é o valor médio da energia solar instantânea incidente numa superfície vertical orientada a sul de área unitária, durante a estação de aquecimento (Aelenei, 2009). Este valor foi calculado através do valor mensal fornecido por Aelenei (2009), sendo igual a 145 W/m^2 para a região de Lisboa. A variável X é o fator de orientação para as diferentes exposições solares. Por sua vez, g_{\perp} é o fator solar do vão envidraçado, que representa a relação entre a energia transmitida para o interior através do vão envidraçado e a radiação solar incidente na direção normal ao envidraçado (Aelenei, 2009).

$$Q_{si} = G_{sul} \times X \times A \times F_h \times F_o \times F_f \times F_g \times F_w \times g_{\perp} \quad (\text{Equação 7})$$

Fator de orientação (X) (Aelenei, 2009):

| Fator | N | NE e NW | E e W | SE e SW | S | Horizontal |
|-------|------|---------|-------|---------|------|------------|
| X | 0,27 | 0,33 | 0,56 | 0,84 | 1,00 | 0,89 |

Fator solar (g_{\perp}) de alguns tipos de vidros e de vãos com proteção solar ativada (adaptado de Aelenei, 2009):

| Fator solar (g_{\perp}) | Vidro simples com proteção interior | | | | Vidro simples incolor | | | Vidro simples colorido | |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------|--------|--|-----------------------|------|--|------------------------|------|
| | Clara | Média | Escuro | | 4 mm | 0,88 | | 4 mm | 0,70 |
| Estores de lâminas | 0,45 | 0,56 | 0,65 | | 5 mm | 0,87 | | 5 mm | 0,65 |
| Cortinas opacas | 0,33 | 0,44 | 0,54 | | 6 mm | 0,85 | | 6 mm | 0,60 |
| Cortinas transparentes | 0,38 | 0,48 | 0,58 | | 8 mm | 0,82 | | 8 mm | 0,55 |

As variáveis marcadas como F são fatores solares, que consideram a existência de eventuais obstáculos associados à transmissão da radiação solar para o espaço útil através do vão envidraçado (Aelenei, 2009). No âmbito dos estabelecimentos auditados na dissertação, F_o e

Ff tomam o valor de 1, Fg de 0,9, os valores de Fw e de Fh encontram-se nas tabelas seguintes (Aelenei, 2009).

Valores do fator de correção da seletividade angular dos envidraçados (Fw) (Aelenei, 2009):

| Fw | N | NE/NW | E/W | SE/SW | S |
|---------------|------|-------|------|-------|------|
| Vidro simples | 0,85 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,80 |
| Vidro duplo | 0,80 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,75 |

Valores do fator de sombreamento do horizonte (Fh) na situação inverno e em ambiente urbano (adaptado de Aelenei, 2009):

| Ângulo do horizonte | Horizontal | N | NE/NW | E/W | SE/SW | S |
|---------------------|------------|------|-------|------|-------|------|
| 45 ° | 0,62 | 1,00 | 0,80 | 0,58 | 0,48 | 0,45 |

Para a estação de arrefecimento ($Q_{s,v}$), os ganhos térmicos solares foram calculados pela equação 8, para cada elemento e orientação (Aelenei, 2009). A maior parte das variáveis têm significado semelhante às equivalentes das equações anteriores, sendo que a única diferença é que o fator Fh toma o valor de 1.

$$Q_{sv} = G \times A \times F_h \times F_o \times F_f \times F_g \times F_w \times g^\perp \quad (\text{Equação 8})$$

Depois de ser calculada a influência dos fatores externos para a climatização do espaço, foi avaliada a contribuição dos internos. Neste caso, foi efetuada uma estimativa única, pois considerou-se que a estação e a temperatura regulada não influenciam significativamente a libertação de calor pelas pessoas e equipamentos.

Para os ganhos térmicos das pessoas (Q_p), multiplicou-se o número médio horário de trabalhadores e de clientes presentes no espaço pela estimativa do calor libertado durante as suas atividades físicas. Nos ganhos térmicos dos equipamentos (Q_e), foi efetuado o somatório da sua potência média, identificada nas estimativas de consumo, caso estes operem ao mesmo tempo que a climatização.

Estimativa da libertação de calor pelos seres humanos de acordo com a posição do corpo e com o tipo de atividade física (Sowa, 2013):

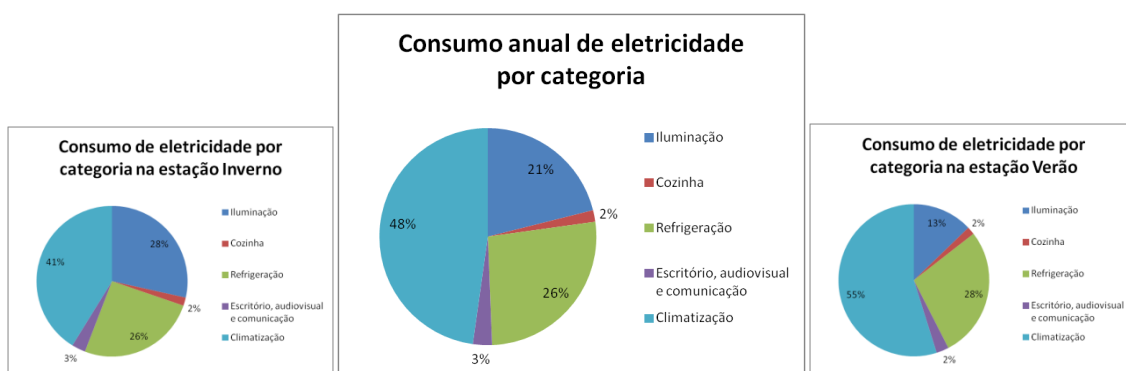
| Libertação de calor dependendo da posição do corpo (W) | | Libertação de calor adicional dependendo do tipo de atividade física (W) | | | |
|--|-----|--|-------------|-----------------|--------------------|
| | | Tipo de trabalho | Uso de mãos | Uso de um braço | Uso de dois braços |
| Sentado | 120 | Leve | 30 | 60 | 120 |
| Em pé | 140 | Médio | 50 | 90 | 150 |
| Em movimento | 240 | Pesado | 60 | 120 | 180 |

Apêndice 5 – Relatórios de auditoria energética

Prazeres do Vinho

Este estabelecimento dedica-se à venda a retalho de vinhos e de outras bebidas espirituosas.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 532 | 103 | 21 | - |
| 6 Lâmpadas (à frente) | 8,5h(I); 6,5h(V) | 0,156 | 298 | 58 | 12 | 2 |
| 2 Lâmpadas (à esquerda) | 8h30 | 0,052 | 115 | 22 | 5 | 2 |
| 2 Lâmpadas (à direita) | 5h (I) | 0,052 | 37 | 7 | 2 | 2 |
| 1 Lâmpada (casa de banho) | 0,5h | 0,040 | 6 | 1 | 0 | 2 |
| 4 Lâmpadas (armazém) | 2h (I) | 0,072 | 22 | 4 | 1 | 2 |
| 2 Lâmpadas (armazém atrás) | 2h (I) | 0,072 | 22 | 4 | 1 | 2 |
| 4 Lâmpadas (montra) | 2h (I) | 0,104 | 32 | 6 | 1 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 44 | 8 | 2 | - |
| 1 Microondas | 1 vez por dia | 0,044 | 11 | 2 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 33 | 6 | 1 | O |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 671 | 130 | 27 | - |
| 1 Frigorífico de bebidas | 24h/365 dias | 0,077 | 671 | 130 | 27 | 1 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 72 | 14 | 3 | - |
| 1 Computador (ecrã incluído) | HF | 0,018 | 44 | 9 | 2 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 23 | 4 | 1 | O |
| Carregadores de dispositivos | 7 por semana | 0,007 | 2, | 0 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,000 | 2 | 0 | 0 | O |
| <i>Climatização</i> | - | - | 1 205 | 233 | 48 | - |
| Aparelho ar condicionado (16°C) | 3h (estação V) | 2,000 | 354 | 68 | 14 | 3 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 8 | 1 | 0 | O |
| Radiador a óleo | 4h(O) 2h(I) 1h(P) | 1,680 | 843 | 163 | 33 | 3 + O |
| <i>Somatório</i> | - | - | 2 523 | 487 | 100 | - |



O consumo de eletricidade tem um custo anual associado de 619 €, quando se adiciona o preço diário da potência contratada. Nos meses de verão, o consumo é 6% superior em comparação com o inverno. A confrontação entre a estimativa efetuada e as leituras reais das faturas revelou um erro médio, em módulo, de 2% para os quatro períodos analisados.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 78 | 69 | 63 | 135 | 177 | 72 |
| | Instalação de detetor de movimento | 2 | 2 | 2 | 12 | 12 | 10 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 105 | 97 | 105 | 933 | 1 329 | 933 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 2 |
| Climatização | Reabilitação da vertente construtiva | 62 | 62 | 62 | 4 200 | 4 200 | 4 200 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 109 | 109 | 109 | 1 079 | 1 079 | 1 079 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 24 | 24 | 24 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 392 | 374 | 376 | 6 372 | 7 439 | 6 299 |

Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---------------------------------------|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 62 | 54 | 54 | 58 | 62 | 30 |
| | Instalação de detetor de movimento | - | - | 4 | - | - | 10 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 2 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 2 |
| Climatização | Boas práticas no ar condicionado | 33 | 33 | 33 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 107 | 98 | 101 | 70 | 74 | 44 |

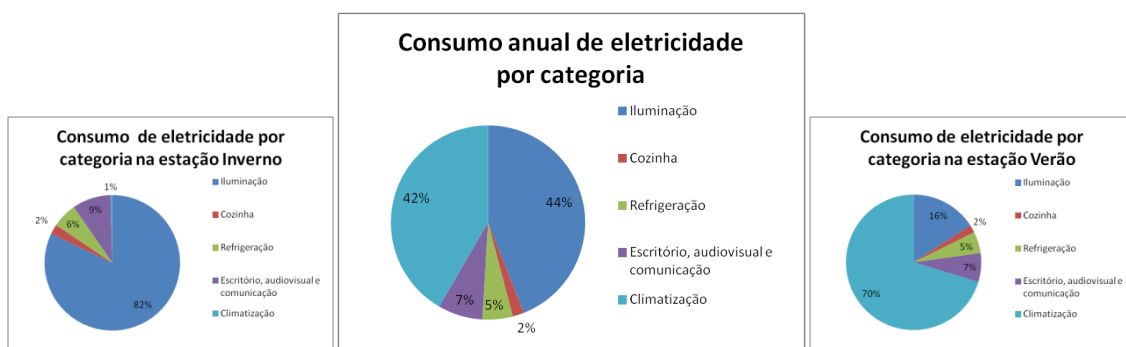
Neste estabelecimento, sugere-se a possibilidade de reduzir a potência contratada, dos 6,9 kVA atuais para 5,75 kVA, com uma economia adicional de 16 € por ano.

Jardim de Telheiras

Este estabelecimento dedica-se à venda a retalho de flores, plantas e decoração.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|---------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 1 077 | 208 | 44 | - |
| (1) 1 Lâmpada teto | 4h (V); HF (I) | 0,014 | 31 | 6 | 1 | 2 |
| (2) 1 Lâmpada teto | 4h (V); HF (I) | 0,026 | 57 | 11 | 2 | 2 |
| (3) 1 Lâmpada balcão pendurada | 4h (V); HF (I) | 0,020 | 44 | 8 | 2 | 2 |
| (4) 1 Lâmpada balcão pendurada | 4h (V); HF (I) | 0,023 | 50 | 10 | 2 | 2 |
| (5) 1 Lâmpada balcão candeeiro | 4h (V); HF (I) | 0,020 | 34 | 6 | 1 | 2 |
| (6) 1 Lâmpada parede | 4h (V); HF (I) | 0,008 | 17 | 3 | 1 | 2 |
| (7) 3 Lâmpadas parede (enfeite) | 4h (V); HF (I) | 0,033 | 72 | 14 | 3 | 2 |
| (8) 1 Lâmpada parede | 4h (V); HF (I) | 0,008 | 17 | 3 | 1 | 2 |
| (9) 1 Lâmpada quadro | 4h (V); HF (I) | 0,018 | 39 | 8 | 2 | 2 |
| (10) 1 Lâmpada quadro | 4h (V); HF (I) | 0,018 | 39 | 8 | 2 | 2 |
| (11) 1 Lâmpada teto | 4h (V); HF (I) | 0,042 | 92 | 18 | 4 | 2 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------|-------|-----|-----|---|
| (12) 1 Lâmpada teto | 4h (V); HF (I) | 0,007 | 15 | 3 | 1 | 2 |
| (13) 1 Lâmpada teto | 4h (V); HF (I) | 0,026 | 57 | 11 | 2 | 2 |
| (14) 1 Lâmpada teto | 4h (V); HF (I) | 0,042 | 92 | 18 | 4 | 2 |
| (15) 1 Lâmpada teto | 4h (V); HF (I) | 0,007 | 15 | 3 | 1 | 2 |
| (16) 1 Lâmpada vaso | HF (Inverno) | 0,008 | 13 | 3 | 1 | 2 |
| (17) 1 Lâmpada vaso | HF (Inverno) | 0,020 | 34 | 6 | 1 | 2 |
| (18) 3 Lâmpadas montra | 10h (Inverno) | 0,042 | 64 | 12 | 3 | 2 |
| (19) 1 Lâmpada montra | 10h (Inverno) | 0,020 | 31 | 6 | 1 | 2 |
| (20) 1 Lâmpada entrada | 8h (Inverno) | 0,070 | 85 | 17 | 4 | 2 |
| (21) 1 Lâmpada armazém | HF | 0,036 | 110 | 21 | 5 | 2 |
| (22) 1 Lâmpada armazém | HF | 0,018 | 55 | 11 | 2 | 2 |
| (23) 1 Lâmpada WC | 2h | 0,024 | 13 | 3 | 1 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 47 | 9 | 2 | - |
| 1 Micro-ondas | 1 vez por dia | 0,052 | 15 | 3 | 1 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 33 | 6 | 1 | O |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 123 | 24 | 5 | - |
| 1 Mini Frigorífico | 24h/365 dias | 0,014 | 123 | 24 | 5 | 1 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 183 | 35 | 8 | - |
| 1 Ecrã | HF | 0,013 | 39 | 8 | 2 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 6 | 1 | 0 | O |
| 1 Computador fixo | HF | 0,009 | 28 | 5 | 1 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 15 | 3 | 1 | O |
| 1 Computador portátil | HF | 0,010 | 29 | 6 | 1 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,005 | 27 | 5 | 1 | O |
| Carregadores de dispositivos | 8 por semana | 0,007 | 3 | 1 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,000 | 2 | 0 | 0 | O |
| 1 Telefone | Sempre | 0,001 | 9 | 2 | 0 | O |
| 1 Modem | Sempre | 0,003 | 26 | 5 | 1 | 1 |
| <i>Climatização</i> | - | - | 1 019 | 197 | 42 | - |
| Aparelho ar condicionado (24°C) | 4h (V) | 2,000 | 1 012 | 196 | 41 | 3 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 7 | 1 | 0 | O |
| <i>Somatório</i> | - | - | 2 450 | 473 | 100 | - |



O consumo anual de eletricidade tem um custo total associado de 605 €. Nos meses de verão, o consumo é 19% superior em comparação com o inverno. A confrontação entre a estimativa efetuada e as leituras reais das faturas revelou um erro médio, em módulo, de 4% para os quatro períodos analisados.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 164 | 146 | 145 | 144 | 133 | 51 |
| | Instalação de detetor de movimento | 10 | 12 | 10 | 12 | 12 | 10 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 12 | 9 | 7 | 138 | 231 | 125 |
| | Desligar durante o período de férias | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 6 |
| Climatização | Reabilitação da vertente construtiva | 53 | 53 | 53 | 6 000 | 6 000 | 6 000 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 69 | 64 | 57 | 2 383 | 1 709 | 1 079 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 9 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 337 | 312 | 300 | 8 698 | 8 106 | 7 274 |

Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|--------------------------------------|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 143 | 128 | 126 | 128 | 107 | 42 |
| | Instalação de detetor de movimento | 26 | 26 | 26 | 12 | 12 | 10 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Desligar durante o período de férias | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 6 |
| Climatização | Boas práticas no ar condicionado | 12 | 12 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 202 | 186 | 183 | 161 | 140 | 60 |

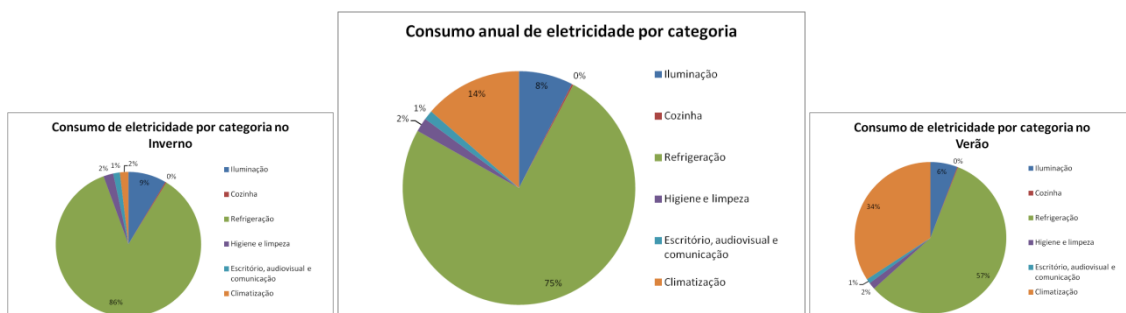
Neste estabelecimento, sugere-se a possibilidade de reduzir a potência contratada, dos 6,9 kVA atuais para 4,6 kVA, com uma economia adicional de 33 € por ano.

Arka

Este estabelecimento dedica-se à venda a retalho de produtos alimentares ultracongelados.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|---|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 1 739 | 339 | 8 | - |
| Lâmpadas loja | HF | 0,490 | 1 569 | 306 | 7 | 2 |
| Lâmpada casa de banho | 0,5h | 0,060 | 9 | 2 | 0 | 2 |
| Lâmpada escritório | 2h | 0,018 | 11 | 2 | 0 | 2 |
| Lâmpadas exteriores grandes | 2h | 0,174 | 106 | 21 | 0 | 2 |
| Lâmpadas exteriores pequenas | 2h | 0,036 | 22 | 4 | 0 | 2 |
| Reclame Luminoso | 2h | 0,036 | 22 | 4 | 0 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 51 | 10 | 0 | - |
| Microondas | 4 a 6 por semana | 0,063 | 16 | 3 | 0 | 1 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-------|---------------|--------------|------------|---|
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 27 | 5 | 0 | O |
| Forno pequeno | 0 a 2 por semana | 0,146 | 8 | 1 | 0 | 1 |
| Refrigeração | - | - | 17 445 | 3 403 | 75 | - |
| Frigorífico de bebidas | 24h/365 dias | 0,093 | 814 | 159 | 4 | 1 |
| Arca pequena (nº 1) | 24h/365 dias | 0,170 | 1 488 | 290 | 6 | 1 |
| Arca grande (nº 2) | 24h/365 dias | 0,185 | 1 618 | 316 | 7 | 1 |
| Arca grande (nº 3) | 24h/365 dias | 0,195 | 1 707 | 333 | 7 | 1 |
| Arca grande (nº 4) | 24h/365 dias | 0,196 | 1 717 | 335 | 7 | 1 |
| Arca pequena (nº 5) | 24h/365 dias | 0,174 | 1 525 | 298 | 7 | 1 |
| Arca grande (nº 6) | 24h/365 dias | 0,192 | 1 678 | 327 | 7 | 1 |
| Arca grande (nº 7) | 24h/365 dias | 0,198 | 1 732 | 338 | 7 | 1 |
| Arca grande (nº 8) | 24h/365 dias | 0,202 | 1 766 | 345 | 8 | 1 |
| Arca grande (nº 9) - Armazém | 24h/365 dias | 0,212 | 1 854 | 362 | 8 | 1 |
| Arca pequena (nº 10) | 24h/365 dias | 0,176 | 1 545 | 301 | 7 | 1 |
| Higiene e limpeza | - | - | 449 | 88 | 2 | - |
| Aspirador | 3 por mês (1h) | 2,000 | 72 | 14 | 0 | 2 |
| Insetocolador | 24h/365 dias | 0,043 | 377 | 73 | 2 | 1 |
| Escritório | - | - | 302 | 59 | 1 | - |
| Front Office | HF | 0,050 | 159 | 31 | 1 | 1 |
| Computador (Back office) | 4h, 4 por semana | 0,029 | 24 | 5 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 21 | 4 | 0 | O |
| Ecrã (Back office) | 4h, 4 por semana | 0,006 | 5 | 1 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma Ecrã | Não utilização | 0,001 | 8 | 2 | 0 | O |
| Modem | 24h/365 dias | 0,005 | 44 | 9 | 0 | O |
| Carregadores de dispositivos | 12 por semana | 0,007 | 4 | 1 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,000 | 2 | 0 | 0 | O |
| Consumo fantasma 1 impressora | Não utilização | 0,004 | 36 | 7 | 0 | O |
| Climatização | - | - | 3 148 | 614 | 14 | - |
| Extratores de ar | 5 (I), 20 (V) % HF | 0,120 | 48 | 9 | 0 | 2 |
| Aparelho ar condicionado (22°C) | HF 5% (I), 10 % (P e O) 60% (V) | 2,190 | 1 525 | 297 | 7 | 3 |
| Aparelho ar condicionado (22°C) | FHF 100% (V) | 1,095 | 1 562 | 305 | 7 | 3 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 14 | 3 | 0 | O |
| Somatório | - | - | 23 134 | 4 513 | 100 | - |



O consumo anual de eletricidade tem um custo total associado de 4 831 €. Nos meses de verão, o consumo é 37% superior em comparação com o inverno. A confrontação entre a estimativa efetuada e as leituras reais das faturas revelou um erro médio, em módulo, de 0% para os dois períodos analisados.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 284 | 275 | 274 | 252 | 233 | 152 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 11 | 13 | 13 | 14 | 14 | 8 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 3 | 3 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 458 | 453 | 457 | 1 520 | 1 271 | 1 141 |
| | Manutenção das arcas de congelação | 79 | 36 | 36 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 18 | 14 | 14 | 15 | 15 | 6 |
| Climatização | Uso de ventilação natural | 305 | 244 | 244 | 300 | 200 | 200 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 69 | 45 | 23 | 3 073 | 1 418 | 1 073 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 61 | 61 | 61 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 1 290 | 1 145 | 1 125 | 5 181 | 3 257 | 2 583 |

Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 262 | 255 | 255 | 143 | 117 | 90 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 11 | 13 | 13 | 14 | 14 | 8 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 3 | 3 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 328 | 328 | 457 | 842 | 842 | 1 141 |
| | Manutenção das arcas de congelação | 79 | 36 | 36 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 18 | 14 | 14 | 15 | 15 | 6 |
| Climatização | Uso de ventilação natural | 305 | 244 | 244 | 300 | 200 | 200 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 61 | 61 | 61 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 1 070 | 954 | 1 084 | 1 320 | 1 294 | 1 448 |

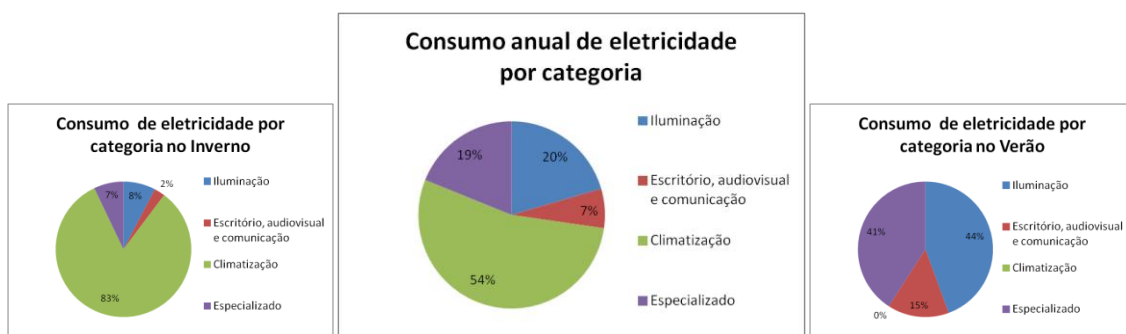
Neste estabelecimento, devido ao elevado consumo em refrigeração durante as horas de vazio, sugere-se a possibilidade de adesão a um tarifário bi-horário.

Ludicenter & Ecocenter

Este estabelecimento dedica-se à venda a retalho e por correspondência de produtos educativos e para agricultura urbana.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|-----------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----|--------|
| Iluminação | - | - | 392 | 76 | 21 | - |
| 22 Lâmpadas loja | HF | 0,154 | 383 | 75 | 20 | 2 |
| 1 Lâmpada WC | 1h | 0,030 | 9 | 2 | 1 | 2 |
| Escritório | - | - | 130 | 25 | 7 | - |
| 1 Computador portátil | HF | 0,015 | 37 | 7 | 2 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,005 | 29 | 6 | 2 | O |

| | | | | | | |
|-----------------------------|----------------|-------|-------|-----|-----|---|
| 1 Modem | 24h/365 dias | 0,006 | 50 | 10 | 3 | 1 |
| Carregadores de dispositivo | 9 por semana | 0,007 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,000 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 1 Telefone | Sempre | 0,001 | 9 | 2 | 1 | 0 |
| <i>Climatização</i> | - | - | 1 030 | 201 | 54 | - |
| 1 Aquecimento a óleo | HF (I) | 1,700 | 1030 | 201 | 54 | 1 |
| <i>Especializado</i> | - | - | 361 | 70 | 19 | - |
| Sistema hidropónico | 10h/dia | 0,099 | 361 | 70 | 19 | 1 |
| <i>Somatório</i> | - | - | 1 913 | 373 | 100 | - |



O consumo de eletricidade tem um custo anual associado de 485 €, quando se adiciona o preço diário da potência contratada. Nos meses de verão, o consumo é 82% inferior em comparação com o inverno. Neste estabelecimento, não foi possível efetuar comparações com as leituras reais presentes nas faturas.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|--------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 1 | 1 | 1 | 7 | 8 | 3 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 18 | 18 | 18 | 14 | 14 | 8 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 14 | 14 | 14 | 8 | 8 | 4 |
| Climatização | Reabilitação da vertente construtiva | 54 | 54 | 54 | 10 360 | 10 360 | 10 360 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 121 | 120 | 121 | 1 079 | 1 708 | 1 079 |
| Total | Conjunto de medidas | 210 | 208 | 209 | 11 469 | 12 099 | 11 454 |

Potencial com rentabilidade alta:

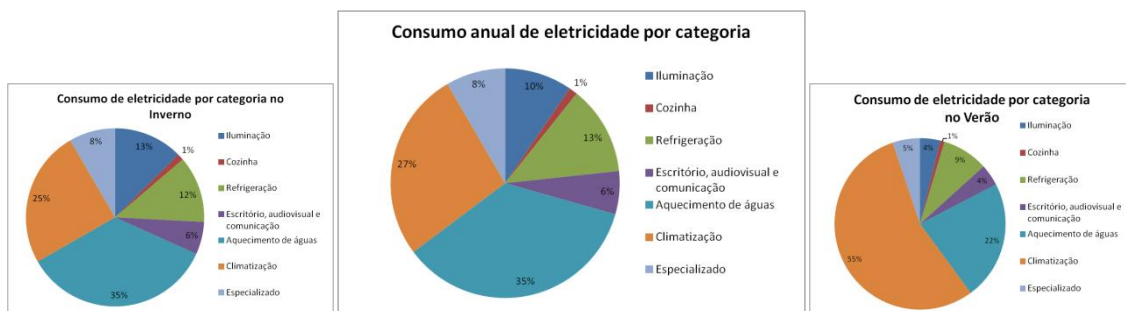
| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|------------|-----------------------------------|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | - | - | 1 | - | - | 3 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 18 | 18 | 18 | 14 | 14 | 8 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 14 | 14 | 14 | 8 | 8 | 4 |
| Total | Conjunto de medidas | 33 | 33 | 34 | 22 | 22 | 15 |

Neste estabelecimento, sugere-se a possibilidade de reduzir a potência contratada, dos 5,75 kVA atuais para 4,6 kVA, com uma economia adicional de 17 € por ano.

Ana Correia Cabeleireiro

Este estabelecimento dedica-se a atividades relacionadas como cabeleireiro, manicure, pedicure e depilação.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 321 | 62 | 10 | - |
| 3 Lâmpadas balcão | 2h (Inverno) | 0,003 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 10 Lâmpadas teto | 3h (V), 6h (I) | 0,260 | 255 | 49 | 8 | 2 |
| 4 Lâmpadas teto | 3h (V), 6h (I) | 0,056 | 55 | 11 | 2 | 2 |
| 1 Lâmpada espelho WC | 0,5h | 0,040 | 5 | 1 | 0 | 2 |
| 1 Lâmpada parede WC | 0,5h | 0,040 | 5 | 1 | 0 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 40 | 8 | 1 | - |
| 1 Microondas | 2 por dia (2 min) | 0,036 | 14 | 3 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 26 | 5 | 1 | O |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 422 | 82 | 13 | - |
| 1 Mini-Frigorífico | 24h/365 dias | 0,048 | 422 | 82 | 13 | 1 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 204 | 39 | 6 | - |
| 1 Portátil (+ impressora de talões) | HF + almoço | 0,024 | 51 | 10 | 2 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,005 | 31 | 6 | 1 | O |
| 1 Televisão | 3-4h por dia | 0,017 | 16 | 3 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 20 | 4 | 1 | O |
| 1 Modem | 24h/365 dias | 0,009 | 76 | 15 | 2 | 1 |
| 1 Telefone | 24h/365 dias | 0,001 | 9 | 2 | 0 | O |
| Carregadores de dispositivos | 4 por semana | 0,007 | 1 | 0 | 0 | O |
| <i>Aquecimento de águas</i> | - | - | 1 190 | 230 | 35 | - |
| 1 Termoacumulador elétrico | Dia f. normal | 5,009 | 967 | 187 | 29 | 1 |
| 1 Termoacumulador elétrico | Dia f. alternativo | 2,504 | 125 | 24 | 4 | 1 |
| 1 Termoacumulador elétrico | Dia não f. | 0,803 | 98 | 19 | 3 | 1 |
| <i>Climatização</i> | - | - | 902 | 174 | 27 | - |
| Ar condicionado (aquecimento-20°C) | 2h (estação I) | 1,910 | 210 | 41 | 6 | 3 |
| Ar condicionado (arrefecimento-20°C) | 7h (estação V) | 2,060 | 684 | 132 | 20 | 3 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 7 | 1 | 0 | O |
| <i>Especializado</i> | - | - | 283 | 55 | 8 | - |
| 2 Máquinas de cera (gabinete) | HF | 0,053 | 112 | 22 | 3 | 1 |
| 1 Esterilizador (gabinete) | 1h | 0,049 | 12 | 2 | 0 | 1 |
| 1 Germicida (cabeleireiro) | FHF | 0,012 | 33 | 6 | 1 | 1 |
| 2 Secadores de cabelo | 7 ou 3 clientes/dia | 0,084 | 125 | 24 | 4 | 1 |
| <i>Somatório</i> | - | - | 3 361 | 650 | 100 | - |



O consumo de eletricidade tem um custo anual associado de 781 €, quando se adiciona o preço diário da potência contratada. Nos meses de verão, o consumo é 32% superior em comparação com o inverno. Embora não tenha sido possível comparar a estimativa com leituras reais, o custo médio mensal relatado pelo proprietário permite afirmar que o erro será, muito provavelmente, inferior a 10%.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 52 | 47 | 48 | 104 | 81 | 45 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 70 | 67 | 65 | 138 | 232 | 125 |
| | Desligar durante o período de férias | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 23 | 22 | 22 | 13 | 13 | 5 |
| Água quente | Instalação de sistema solar térmico | 188 | 167 | 167 | 1 771 | 1 771 | 1 449 |
| Climatização | Reabilitação da vertente construtiva | 47 | 47 | 47 | 4 500 | 4 500 | 4 500 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 54 | 48 | 40 | 2 183 | 1 212 | 934 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 31 | 31 | 31 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 470 | 433 | 424 | 8 715 | 7 815 | 7 059 |

Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 43 | 39 | 47 | 65 | 51 | 39 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 70 | - | 65 | 138 | - | 125 |
| | Desligar durante o período de férias | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 23 | 22 | 22 | 13 | 13 | 5 |
| Água quente | Desligar durante o período de férias | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Climatização | Boas práticas no ar condicionado | 42 | 42 | 42 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 186 | 113 | 183 | 221 | 70 | 171 |

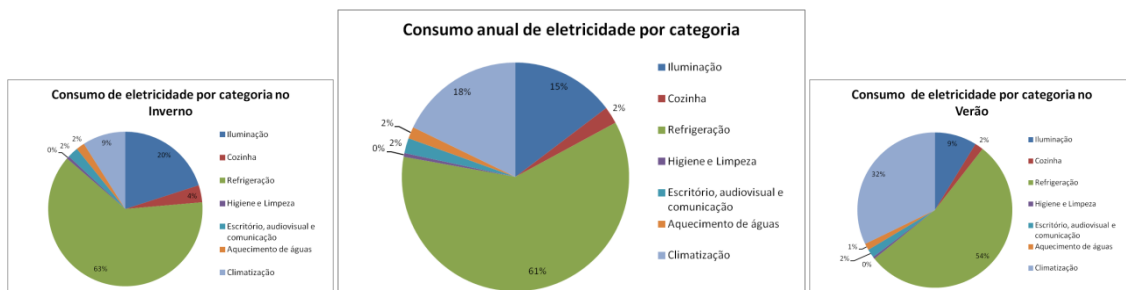
Neste estabelecimento, sugere-se a possibilidade de adesão a um tarifário bi-horário, onde parte do consumo em aquecimento de águas sanitárias é deslocado para as horas de vazio.

Nella's Chocolatier

Este estabelecimento insere-se na restauração, sendo um café com chocolataria e gelataria associadas.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 2 472 | 478 | 15 | - |
| 18 Lâmpadas filas laterais | HF (I), 2h (V) | 0,648 | 1 087 | 210 | 6 | 2 |
| 14 Lâmpadas fila central | HF | 0,504 | 1 383 | 267 | 8 | 2 |
| 2 Lâmpadas WC | 0,25h | 0,020 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 408 | 79 | 2 | - |
| 1 Placa de indução | 10min/dia | 0,720 | 37 | 7 | 0 | 1 |
| 1 Microondas | 20min/dia | 0,440 | 134 | 26 | 1 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 24 | 5 | 0 | O |
| 3 Banhos-maria secos | 24h em 1 semana | 0,300 | 50 | 10 | 0 | 2 |
| 1 Secador de chocolate | 10min/dia | 1,925 | 98 | 19 | 1 | 2 |
| 2 Liquidificadores | 1h/semana | 0,525 | 27 | 5 | 0 | 2 |
| 1 Máquina de café DeLonghi | 20 cafés/dia | 0,005 | 31 | 6 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 7 | 1 | 0 | O |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 10 205 | 1 972 | 61 | - |
| 1 Bancada refrigerada | 24h todos os dias | 0,627 | 5 490 | 1 061 | 33 | 1 |
| 1 Produtora de gelados | 5h/semana V | 1,730 | 150 | 29 | 1 | 1 |
| 1 Frigorífico | 24h/365 dias | 0,042 | 368 | 71 | 2 | 1 |
| 1 Vitrina para gelados | 8h (V) | 0,244 | 198 | 38 | 1 | 1 |
| 1 Vitrina para chocolates | 24h/365 dias | 0,364 | 3 186 | 616 | 19 | 1 |
| 1 Frigorífico de bebidas | 24h/365 dias | 0,093 | 814 | 157 | 5 | 1 |
| <i>Higiene e Limpeza</i> | - | - | 90 | 17 | 1 | - |
| 1 Máquina de lavar loiça | 1 vez por dia | 0,011 | 3 | 1 | 0 | 1 |
| 1 Aspirador | 10min por dia | 1,700 | 86 | 17 | 1 | 2 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 360 | 70 | 2 | - |
| 1 Portátil | HF | 0,032 | 87 | 17 | 1 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,005 | 28 | 5 | 0 | O |
| 1 Ecrã | HF | 0,009 | 25 | 5 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 6 | 1 | 0 | O |
| 1 Computador de serviço | HF | 0,015 | 40 | 8 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 27 | 5 | 0 | O |
| 1 Máquina registadora | HF | 0,012 | 33 | 6 | 0 | O |
| 1 Balança | HF | 0,011 | 30 | 6 | 0 | O |
| 1 Modem | 24h/365 dias | 0,005 | 44 | 8 | 0 | O |
| Carregadores de dispositivos | 7 por semana | 0,007 | 3 | 0 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,000 | 2 | 0 | 0 | O |
| Consumo fantasma Impressora | Não utilização | 0,004 | 36 | 7 | 0 | O |
| <i>Aquecimento de águas</i> | - | - | 279 | 54 | 2 | - |
| 1 Termoacumulador | 24h dias f. | 0,036 | 267 | 52 | 2 | 1 |
| 1 Termoacumulador | 24h dias não f. | 0,009 | 13 | 2 | 0 | 1 + O |
| <i>Climatização</i> | - | - | 3 000 | 580 | 18 | - |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|-------|---------------|--------------|------------|---|
| Ar condicionado (aquecimento-22°C) | 2h (Inverno) | 2,340 | 346 | 67 | 2 | 3 |
| Ar condicionado (arrefecimento-23°C) | 3h (P,O), 8h (V) | 2,130 | 2 317 | 448 | 14 | 3 |
| Ar condicionado (arrefecimento-23°C) | 4h (V) FHF | 1,065 | 337 | 65 | 2 | 3 |
| Somatório | - | - | 16 814 | 3 249 | 100 | - |



O consumo de eletricidade tem um custo anual associado de 3 381 €, quando se adiciona o preço diário da potência contratada. Nos meses de verão, o consumo é 27% superior em comparação com o inverno. Neste estabelecimento, não foi possível efetuar comparações com as leituras reais presentes nas faturas.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|------------|------------|------------------|--------------|--------------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 305 | 260 | 305 | 189 | 421 | 189 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 6 | 5 | 5 | 13 | 13 | 5 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 172 | 165 | 168 | 1 364 | 1 059 | 859 |
| | Eliminação de consumos desnecessários | 227 | 227 | 227 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 25 | 23 | 23 | 15 | 15 | 6 |
| Água quente | Instalação de sistema solar térmico | 44 | 39 | 39 | 1 572 | 1 572 | 1 299 |
| Climatização | Uso de ventilação natural | 65 | 52 | 52 | 300 | 300 | 200 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 70 | 72 | 72 | 1 653 | 1 653 | 1 653 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 73 | 73 | 73 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 988 | 918 | 966 | 5 105 | 5 032 | 4 211 |

Potencial com rentabilidade alta:

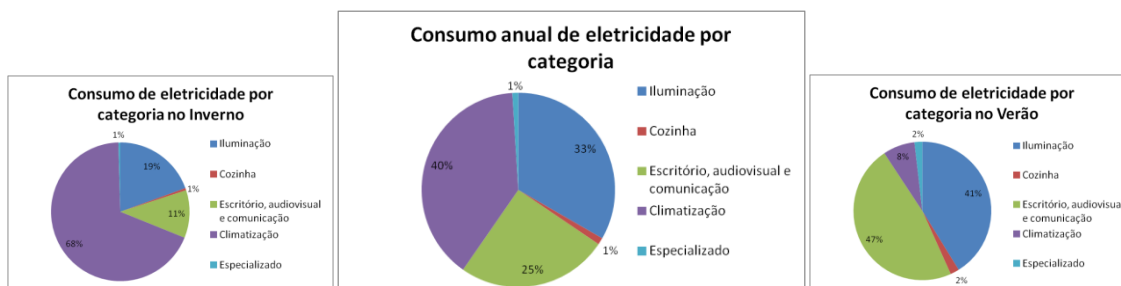
| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 305 | 260 | 305 | 189 | 421 | 189 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 6 | 5 | 5 | 13 | 13 | 5 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | - | - | 128 | - | - | 299 |
| | Eliminação de consumos desnecessários | 227 | 227 | 227 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 25 | 23 | 23 | 15 | 15 | 6 |
| Climatização | Boas práticas no ar condicionado | 81 | 81 | 81 | 300 | 300 | 200 |
| Total | Conjunto de medidas | 643 | 595 | 769 | 210 | 442 | 499 |

Entre as ações comportamentais, destaca-se a redução do tempo de funcionamento da bancada refrigerada, que foi imediatamente proposta e aceite com base nos dados preliminares da auditoria. Dado o elevado consumo em refrigeração, sugere-se a possibilidade de adesão a um tarifário bi-horário.

Bike Check e Bang Bang Tattoo Lisboa

Este estabelecimento dedica-se à venda e reparação de bicicletas e à aplicação de *piercings* e tatuagens.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|-------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 389 | 75 | 33 | - |
| 6 Lâmpadas | 3h (V) e 6h (I) | 0,216 | 291 | 56 | 25 | 2 |
| 3 Lâmpadas (1 de cada vez) | 3h (V) e 6h (I) | 0,058 | 78 | 15 | 7 | 2 |
| 2 Candeeiros (1 de cada vez) | 1h (I) | 0,014 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 1 Lâmpada WC | 1h | 0,060 | 18 | 3 | 2 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 13 | 3 | 1 | - |
| 1 Liquidificador | 3 por semana | 0,525 | 13 | 3 | 1 | 2 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 295 | 57 | 25 | - |
| 1 Computador | HF + almoço | 0,092 | 229 | 44 | 20 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 23 | 4 | 2 | O |
| 1 Modem | 24h/365 dias | 0,004 | 33 | 6 | 3 | 1 |
| 1 Telefone | 24h/365 dias | 0,001 | 9 | 2 | 1 | O |
| Carregadores de dispositivos | 4 por semana | 0,007 | 1 | 0 | 0 | O |
| <i>Climatização</i> | - | - | 459 | 89 | 39 | - |
| 2 Ventoinhas (1 de cada vez) | 3h (V) | 0,053 | 11 | 2 | 1 | 1 |
| 2 Aquecedores (1 de cada vez) | 6h (I) | 1,008 | 448 | 86 | 38 | 2 + O |
| <i>Especializado</i> | - | - | 12 | 2 | 1 | - |
| 1 Máquina de esterilização | 0,5h | 0,049 | 7 | 1 | 1 | O |
| 2 Transformadores | 3h | 0,005 | 4 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Somatório</i> | - | - | 1 167 | 226 | 100 | - |



O consumo de eletricidade tem um custo anual associado de 357 €, quando se adiciona o preço diário da potência contratada. Nos meses de verão, o consumo é 77% inferior em comparação com o inverno. Embora não tenha sido possível comparar a estimativa com leituras reais, o custo médio mensal relatado pelo proprietário permite afirmar que o erro será, muito provavelmente, inferior a 5%.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 64 | 60 | 61 | 140 | 106 | 64 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 11 | 10 | 10 | 8 | 8 | 4 |
| Climatização | Reabilitação da vertente construtiva | 24 | 24 | 24 | 6 000 | 6 000 | 6 000 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 53 | 53 | 53 | 1 079 | 1 708 | 1 079 |
| Total | Conjunto de medidas | 156 | 151 | 153 | 7 227 | 7 823 | 7 147 |

Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|------------|---------------------------------------|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 54 | 50 | 51 | 46 | 38 | 20 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 11 | 10 | 10 | 8 | 8 | 4 |
| Total | Conjunto de medidas | 69 | 65 | 66 | 54 | 47 | 24 |

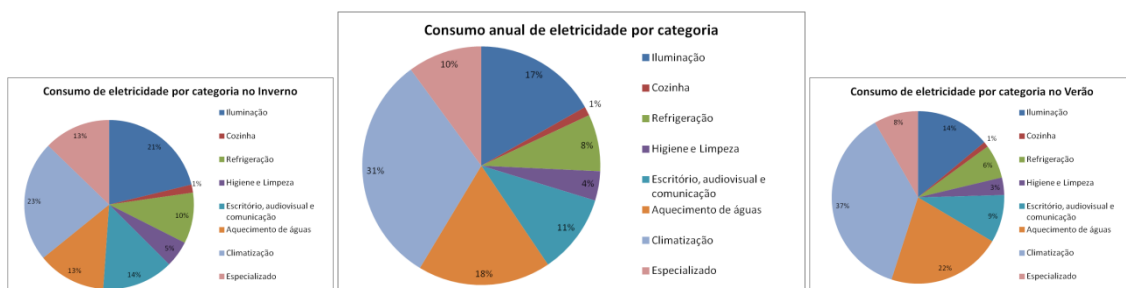
Neste estabelecimento, sugere-se a possibilidade de reduzir a potência contratada, dos 6,9 kVA atuais para 4,6 kVA, com uma economia adicional de 33 € por ano.

Central Pet

Este estabelecimento é um consultório veterinário, associado a banhos, tosquiagem e venda de produtos para animais.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|----------------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 403 | 79 | 17 | - |
| 1 Lâmpada consultório | 4h/dia | 0,026 | 34 | 7 | 1 | 2 |
| 1 Lâmpada consultório | 4h/dia | 0,075 | 99 | 19 | 4 | 2 |
| 2 Lâmpadas sala de tosquia | 2h/dia | 0,072 | 48 | 9 | 2 | 2 |
| 2 Lâmpadas sala de espera | 4h/dia | 0,150 | 199 | 39 | 8 | 2 |
| 1 Lâmpada WC | 1h/dia | 0,060 | 21 | 4 | 1 | 2 |
| 1 Lâmpada sótão | 15min/dia | 0,018 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 29 | 6 | 1 | - |
| 1 Microondas | 1 por semana | 0,044 | 2 | 0 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 27 | 5 | 1 | O |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 184 | 36 | 8 | - |
| 1 Mini-frigorífico | 24h/365 dias | 0,021 | 184 | 36 | 8 | 1 |
| <i>Higiene e Limpeza</i> | - | - | 95 | 19 | 4 | - |
| 1 Máquina de lavar roupa | 2 por semana | 0,690 | 72 | 14 | 3 | 1 |
| 1 Aspirador | 15min/semana | 1,800 | 23 | 5 | 1 | 2 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 259 | 51 | 11 | - |
| 1 PC fixo + 1 ecrã | HF + almoço | 0,055 | 181 | 35 | 8 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 20 | 4 | 1 | O |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-----|-----|---|
| 1 Modem | 24h/365 dias | 0,005 | 44 | 9 | 2 | O |
| 1 Telefone | 24h/365 dias | 0,001 | 9 | 2 | 0 | O |
| Carregadores de dispositivos | 11 por semana | 0,007 | 4 | 1 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,000 | 2 | 0 | 0 | O |
| <i>Aquecimento de águas</i> | - | - | 433 | 85 | 18 | - |
| 1 Termoacumulador elétrico | Nºbanhos 5/s (V) 2/s (l) | 2,427 | 433 | 85 | 18 | 1 |
| <i>Climatização</i> | - | - | 749 | 146 | 31 | - |
| Ar condicionado (aquecimento-23°C) | 1,5h/dia (l) | 0,785 | 210 | 41 | 9 | 3 |
| Ar condicionado (arrefecimento-23°C) | 4h/dia (V) | 0,788 | 521 | 102 | 22 | 3 |
| 1 Ventoinha de extração de ar | 0,5h/dia | 0,060 | 11 | 2 | 0 | 2 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 7 | 1 | 0 | O |
| <i>Especializado</i> | - | - | 242 | 47 | 10 | - |
| 1 Luz cirúrgica | 1h/dia | 0,044 | 13 | 3 | 1 | 1 |
| 1 Forno esterilizador | 1 por semana | 1,036 | 54 | 11 | 2 | 1 |
| 1 Máquina de tosquia manual | 2h por semana | 0,035 | 4 | 1 | 0 | 2 |
| 1 Máquina de tosquia fixa | 1h/dia | 0,035 | 11 | 2 | 0 | 2 |
| 1 Manta de aquecimento | 2h/dia | 0,055 | 39 | 8 | 2 | 2 |
| 1 Secador | 1h por semana | 1,115 | 58 | 11 | 2 | 2 |
| 1 Expulsador | 1h por semana | 1,200 | 63 | 12 | 3 | 2 |
| <i>Somatório</i> | - | - | 2 395 | 467 | 100 | - |



O consumo de eletricidade tem um custo anual associado de 579 €, quando se adiciona o preço diário da potência contratada. Nos meses de verão, o consumo é 38% superior em comparação com o inverno. A confrontação entre a estimativa efetuada e as leituras reais das faturas de eletricidade revelou um erro médio, em módulo, de 1% para os quatro períodos analisados.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 64 | 62 | 62 | 97 | 103 | 63 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 24 | 21 | 19 | 138 | 231 | 125 |
| Higiene | Substituição por equipamento mais eficiente | 7 | 4 | 4 | 564 | 410 | 294 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 6 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 11 | 11 | 11 | 8 | 8 | 4 |
| Água quente | Instalação de sistema solar térmico | 68 | 59 | 59 | 1 572 | 1 572 | 1 299 |
| Climatização | Reabilitação da vertente construtiva | 39 | 39 | 39 | 3 143 | 3 143 | 3 143 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 27 | 15 | 3 | 2 103 | 1 903 | 1 353 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 19 | 19 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 271 | 240 | 225 | 7 630 | 7 376 | 6 283 |

Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---------------------------------------|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 64 | 56 | 62 | 93 | 67 | 59 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 4 | 4 | 6 | 6 | 2 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 6 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 11 | 11 | 11 | 8 | 8 | 4 |
| Climatização | Boas práticas no ar condicionado | 26 | 26 | 26 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 113 | 103 | 109 | 108 | 82 | 65 |

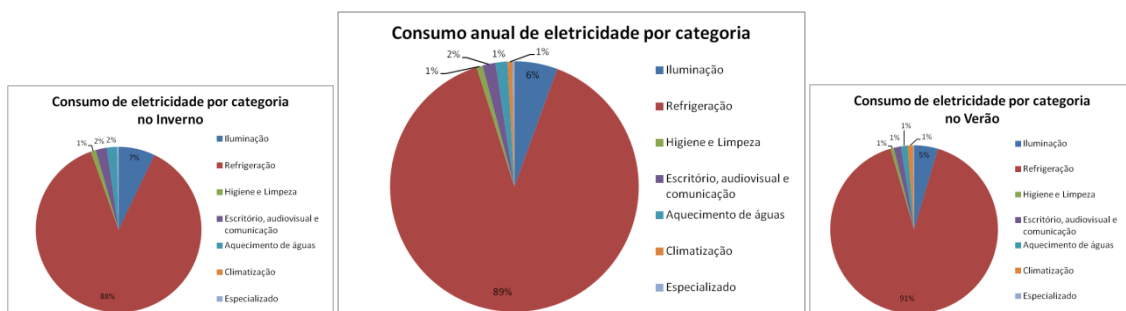
Neste estabelecimento, sugere-se a possibilidade de adesão a um tarifário bi-horário, onde parte do consumo em aquecimento de águas sanitárias é deslocado para as horas de vazio.

A Horta de Telheiras

Este estabelecimento dedica-se à venda a retalho de charcutaria e de outros produtos alimentares.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 1 882 | 356 | 6 | - |
| 4 Lâmpadas loja | HF | 0,232 | 825 | 156 | 2 | 2 |
| 3 Lâmpadas loja | 24h | 0,054 | 473 | 90 | 1 | 2 |
| 4 Lâmpadas móvel vertical | HF | 0,120 | 427 | 81 | 1 | 2 |
| 1 Lâmpada armazém | HF | 0,020 | 71 | 13 | 0 | 2 |
| 1 Lâmpada armazém | HF | 0,012 | 43 | 8 | 0 | 2 |
| 1 Lâmpada WC com sensor | 1h | 0,026 | 8 | 2 | 0 | 2 |
| 1 Lâmpada escritório | 2h | 0,058 | 35 | 7 | 0 | 2 |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 30 081 | 5 694 | 89 | - |
| Eq. 1 - Arca horizontal | 24h/365 dias | 0,386 | 3 380 | 640 | 10 | 2 |
| Eq. 2 - Arca horizontal | 24h/365 dias | 0,386 | 3 380 | 640 | 10 | 2 |
| Eq. 3 - Vitrine para queijos | 24h/365 dias | 0,382 | 3 345 | 633 | 10 | 0 |

| | | | | | | |
|--|-----------------|-------|--------|-------|-----|-------|
| Eq. 4 – Frigorífico de bebidas | 24h/365 dias | 0,104 | 911 | 172 | 3 | O |
| Eq. 5-6 Móvel refrigerado vertical + 6.1 Câmara de frio + residual | 24h/365 dias | 2,000 | 17 520 | 3 316 | 52 | 4 |
| Eq. 7 – Arca de gelados | 24h/365 dias | 0,117 | 1 026 | 194 | 3 | 1 |
| Eq. 8 – Arca frigorífica | 24h/365 dias | 0,030 | 259 | 49 | 1 | 1 |
| Eq. 9 - Arca frigorífica | 24h/365 dias | 0,030 | 259 | 49 | 1 | 1 |
| <i>Higiene e Limpeza</i> | - | - | 263 | 50 | 1 | - |
| 1 Insetocolador | 24h/365 dias | 0,030 | 263 | 50 | 1 | 2 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 571 | 108 | 2 | - |
| 1 Computador + Ecrã | 24h, dias de f. | 0,041 | 300 | 57 | 1 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 5 | 1 | 0 | O |
| 1 Caixa registadora | 24h, dias de f. | 0,012 | 88 | 17 | 0 | O |
| Carregadores de dispositivos | 12 por semana | 0,007 | 4 | 1 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,000 | 2 | 0 | 0 | O |
| 1 Computador fixo | 2h | 0,019 | 12 | 2 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 21 | 4 | 0 | O |
| 1 Ecrã | 2h | 0,010 | 6 | 1 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 8 | 2 | 0 | O |
| 1 Ecrã segurança | HF | 0,010 | 36 | 7 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,001 | 5 | 1 | 0 | O |
| 1 Router | 24h/365 dias | 0,005 | 44 | 8 | 0 | O |
| 1 Balança | HF | 0,011 | 39 | 7 | 0 | 1 |
| <i>Aquecimento de águas</i> | - | - | 521 | 99 | 2 | - |
| 1 Termoacumulador | Dias de f. | 1,631 | 497 | 94 | 1 | 1 |
| 1 Termoacumulador | Dias de não f. | 0,391 | 23 | 4 | 0 | 1 + O |
| <i>Climatização</i> | - | - | 213 | 40 | 1 | - |
| 1 Cortina de ar | HF (V) | 0,120 | 213 | 40 | 1 | 2 |
| <i>Especializado</i> | - | - | 84 | 16 | 0 | - |
| 2 Cortadores de fiambre | Dias de f. | 0,152 | 46 | 9 | 0 | 1 |
| 1 Cortador de pão | 0,25h/dia | 0,490 | 37 | 7 | 0 | 2 |
| <i>Somatório</i> | - | - | 33 615 | 6 363 | 100 | - |



O consumo anual de eletricidade tem um custo total associado de 6 745 €. Nos meses de verão, o consumo é 39% superior em comparação com o inverno. A confrontação entre a estimativa efetuada e as leituras reais das faturas revelou um erro médio, em módulo, de 3% para os cinco períodos analisados.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Eliminação de consumos desnecessários | 53 | 53 | 53 | 0 | 0 | 0 |
| | Substituição por LED | 151 | 146 | 145 | 188 | 182 | 117 |
| | Instalação de detetor de movimento | 18 | 18 | 18 | 12 | 12 | 10 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 13 | 14 | 15 | 14 | 14 | 8 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 202 | 191 | 202 | 2 363 | 2 825 | 2 363 |
| | Manutenção das arcas de congelação | 41 | 18 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| | Instalação de portas em unidade aberta | 1 509 | 1 075 | 1 075 | 2 744 | 2 744 | 1 881 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 35 | 35 | 35 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 16 | 13 | 13 | 17 | 17 | 8 |
| Água quente | Instalação de sistema solar térmico | 80 | 70 | 70 | 1 572 | 1 572 | 1 299 |
| Total | Conjunto de medidas | 2 118 | 1 634 | 1 646 | 6 903 | 7 366 | 5 678 |

Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|--|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Eliminação de consumos desnecessários | 53 | 53 | 53 | 0 | 0 | 0 |
| | Substituição por LED | 145 | 140 | 140 | 153 | 154 | 100 |
| | Instalação de detetor de movimento | 18 | 18 | 18 | 12 | 12 | 10 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 13 | 14 | 15 | 14 | 14 | 8 |
| Refrigeração | Manutenção das arcas de congelação | 41 | 18 | 18 | 0 | 0 | 0 |
| | Instalação de portas em unidade aberta | 1 509 | 1 075 | 1 075 | 2 744 | 2 744 | 1 881 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 35 | 35 | 35 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 16 | 13 | 13 | 17 | 17 | 8 |
| Total | Conjunto de medidas | 1 830 | 1 368 | 1 368 | 2 940 | 2 941 | 2 006 |

Sugere-se a possibilidade de reduzir a potência dos 20,7 kVA para 17,25 kVA, com economia de 52 €.

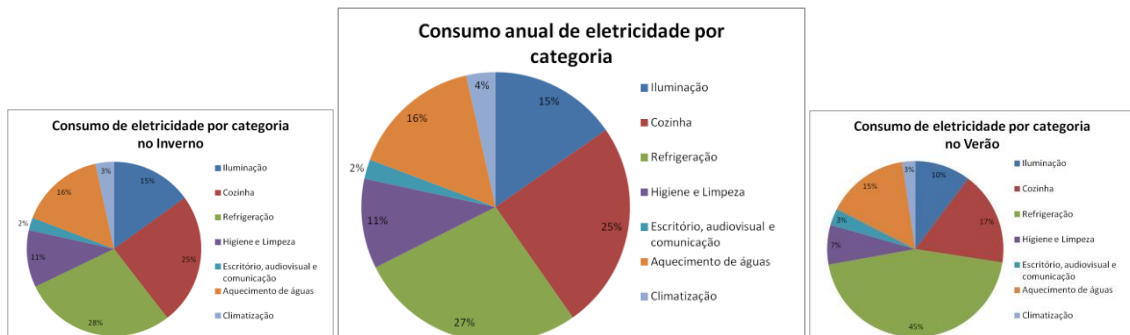
Mercearia de L'Praino

Este estabelecimento insere-se na categoria restauração, produzindo refeições para consumo no local.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 2 169 | 423 | 15 | - |
| 2 Lâmpadas entrada | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,080 | 175 | 34 | 1 | 2 |
| 3 Lâmpadas entrada | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,120 | 262 | 51 | 2 | 2 |
| 4 Lâmpada sala | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,160 | 349 | 68 | 2 | 2 |
| 4 Lâmpadas sala | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,040 | 87 | 17 | 1 | 2 |
| 3 Lâmpadas balcão | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,078 | 170 | 33 | 1 | 2 |
| 6 Lâmpadas teto balcão | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,240 | 524 | 102 | 4 | 2 |
| 2 Lâmpadas despensa | 3h | 0,120 | 99 | 19 | 1 | 2 |
| 1 Lâmpada garrafeira | 3h | 0,060 | 49 | 10 | 0 | 2 |
| 3 Lâmpadas WC parede | 3h | 0,024 | 20 | 4 | 0 | 2 |
| 1 Lâmpada WC parede | 3h | 0,008 | 7 | 1 | 0 | 2 |

| | | | | | | |
|--|---------------------|--------|-------|-----|----|-------|
| 1 Lâmpada WC masculino | 3h | 0,040 | 33 | 6 | 0 | 2 |
| 2 Lâmpadas WC feminino | 3h | 0,080 | 66 | 13 | 0 | 2 |
| 2 Lâmpadas parede (sala) | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,016 | 35 | 7 | 0 | 2 |
| 1 Lâmpada parede (sala) | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,008 | 17 | 3 | 0 | 2 |
| 2 Lâmpadas teto cozinha | HF | 0,052 | 132 | 26 | 1 | 2 |
| 2 Lâmpadas balcão cozinha | 1h | 0,052 | 14 | 3 | 0 | 2 |
| 6 Lâmpadas exterior | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,070 | 51 | 10 | 0 | 2 |
| 2 Lâmpadas armário vinhos | 6h (fn.) 12h (fa.) | 0,036 | 79 | 15 | 1 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 3 539 | 690 | 25 | - |
| 1 Forno | 1h/dia | 2,000 | 548 | 107 | 4 | 3 |
| 1 Máquina de café + 1 Moinho de grãos de café + 1 Chaleira | Dia f. normal | 1,731 | 319 | 62 | 2 | 1 |
| 1 Máquina de café + 1 Moinho de grãos de café + 1 Chaleira | Dia f. alternativo | 2,596 | 234 | 46 | 2 | 1 |
| 1 Torradeira | 30min/dia | 1,920 | 263 | 51 | 2 | 2 |
| 1 Máquina de sumos | 1 por dia (30min) | 0,200 | 27 | 5 | 0 | 2 |
| 4 Placas de vitrocerâmica | 1h tudo | 3,500 | 1 274 | 249 | 9 | 3 |
| 4 Placas de vitrocerâmica | 1h metade | 1,750 | 637 | 124 | 4 | 3 |
| 1 Grelhador elétrico | 5h/semana | 0,200 | 48 | 9 | 0 | 2 |
| 1 Mini-forno | 30min/dia | 1,104 | 151 | 30 | 1 | 2 |
| 1 Microondas | 2min/dia | 0,022 | 12 | 2 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 26 | 5 | 0 | O |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 3 873 | 755 | 27 | - |
| 1 Frigorífico de bebidas (sala) | 24h/365 dias | 0,122 | 1 068 | 208 | 8 | 1 |
| 1 Congelador (despensa) | 24h/365 dias | 0,028 | 245 | 48 | 2 | 2 |
| 1 Frigorífico (despensa) | 24h/365 dias | 0,017 | 148 | 29 | 1 | 2 |
| 1 Móvel de bebidas (sala) | 24h/365 dias | 0,130 | 1 136 | 222 | 8 | 1 |
| 1 Frigorífico (cozinha) | 24h/365 dias | 0,061 | 536 | 105 | 4 | 1 |
| 1 Máquina de imperiais pequena | 6h/dia | 0,027 | 45 | 9 | 0 | 1 |
| 1 Máquina de imperiais grande | 24h/365 dias | 0,079 | 695 | 136 | 5 | 1 |
| <i>Higiene e Limpeza</i> | - | - | 1 531 | 299 | 11 | - |
| 1 Máquina de lavar louça | 4h fn. e 6h fa. | 1,200 | 1 531 | 299 | 11 | 3 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 328 | 64 | 2 | - |
| 1 Computador de serviço | HF | 0,041 | 104 | 20 | 1 | 1 |
| 1 Modem | Sempre | 0,004 | 35 | 7 | 0 | 1 |
| 1 Router | Sempre | 0,006 | 55 | 11 | 0 | 1 |
| 1 Televisão | 2h/semana | 0,017 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 22 | 4 | 0 | O |
| 1 Box | 24h/365 dias | 0,012 | 107 | 21 | 1 | 1 |
| 1 Música | HF | 0,001 | 3 | 0 | 0 | O |
| Carregadores de dispositivos | 3 por semana | 0,007 | 1 | 0 | 0 | O |
| <i>Aquecimento de águas</i> | - | - | 2 234 | 436 | 16 | - |
| 1 Termoacumulador elétrico | Dias f. normal | 5,728 | 1 054 | 206 | 7 | 1 |
| 1 Termoacumulador elétrico | Dias f. alternativo | 11,270 | 1 014 | 198 | 7 | 1 |
| 1 Termoacumulador elétrico | Dias não f. | 1,818 | 165 | 32 | 1 | 1 + O |

| | | | | | | |
|--|------------|-------|--------|-------|-----|---|
| <i>Climatização</i> | - | - | 500 | 98 | 4 | - |
| Ar condicionado (arrefecimento-19°C) - despesa | Dias de f. | 0,055 | 363 | 71 | 3 | 3 |
| Extrator de cozinha | 10min/dia | 3,000 | 137 | 27 | 1 | 2 |
| <i>Somatório</i> | - | - | 14 175 | 2 765 | 100 | - |



O consumo anual de eletricidade tem um custo total associado de 3 145 €. Nos meses de verão, o consumo é 34% inferior em comparação com o inverno. A confrontação entre a estimativa efetuada e as leituras reais das faturas revelou um erro médio, em módulo, de 1% para os três períodos analisados.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 355 | 329 | 329 | 272 | 222 | 111 |
| | Instalação de detetor de movimento | 3 | 4 | 5 | 49 | 49 | 39 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 7 | 9 | 9 | 14 | 14 | 8 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 6 | 5 | 5 | 13 | 13 | 5 |
| Refrigeração | Desligar durante o período de férias | 17 | 18 | 17 | 0 | 0 | 0 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 480 | 471 | 478 | 1 681 | 1 959 | 1 493 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 42 | 35 | 35 | 15 | 15 | 6 |
| Água quente | Instalação de sistema solar térmico | 355 | 315 | 315 | 1 771 | 1 771 | 1 449 |
| Climatização | Remoção de fonte de calor | 34 | 34 | 34 | 0 | 0 | 0 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 14 | 11 | 8 | 2 183 | 1 212 | 934 |
| Total | Conjunto de medidas | 1 313 | 1 232 | 1 235 | 5 935 | 5 254 | 4 045 |

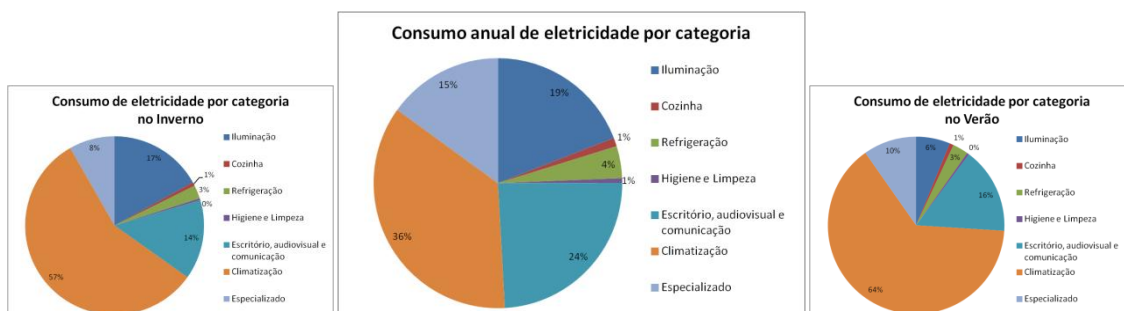
Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 342 | 319 | 323 | 197 | 166 | 94 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 7 | 9 | 9 | 14 | 14 | 8 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 4 | 5 | 6 | 6 | 5 |
| Refrigeração | Desligar durante o período de férias | 25 | 67 | 25 | 0 | 0 | 0 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 405 | - | 406 | 933 | - | 933 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 42 | 35 | 35 | 15 | 15 | 6 |
| Água quente | Desligar durante o período de férias | 13 | 13 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| Climatização | Remoção de fonte de calor | 34 | 34 | 34 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 872 | 481 | 850 | 1 165 | 201 | 1 046 |

Plot Design

Este estabelecimento representa a categoria gráfica, sendo um centro de impressão, design e projetos de engenharia.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 651 | 127 | 19 | - |
| 4 Lâmpadas loja | 8h (V), 8h (I) | 0,160 | 317 | 62 | 9 | 2 |
| 8 Lâmpadas loja | 8h (I) | 0,320 | 324 | 63 | 10 | 2 |
| 3 Lâmpadas | 0,5h | 0,078 | 10 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 38 | 7 | 1 | - |
| 1 Microondas | 1 por dia (2min) | 0,044 | 11 | 2 | 0 | 2 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 27 | 5 | 1 | O |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 141 | 28 | 4 | - |
| 1 Mini-bar | 24h/365 dias | 0,016 | 141 | | 4 | 1 |
| <i>Higiene e Limpeza</i> | - | - | 20 | 4 | 1 | - |
| 1 Aspirador | 2 por mês (0,5h) | 1,700 | 20 | 4 | 1 | 2 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 823 | 161 | 24 | - |
| Pólo audiovisual | Ligado HF | 1,772 | 439 | 86 | 13 | 1 |
| Pólo audiovisual | Standby FHF | 0,960 | 190 | 37 | 6 | 1 |
| Pólo audiovisual | Desligado ao fds | 1,268 | 65 | 13 | 2 | 1 |
| 1 Máquina registadora | HF | 0,144 | 36 | 7 | 1 | 1 |
| 1 Modem | 24h/365 dias | 0,005 | 44 | 9 | 1 | O |
| 1 Router | 24h/365 dias | 0,005 | 44 | 9 | 1 | O |
| Carregadores de dispositivos | 8 por semana | 0,007 | 3 | 1 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,000 | 2 | 0 | 0 | O |
| <i>Climatização</i> | - | - | 1 222 | 238 | 36 | - |
| Ar condicionado (aquecimento-23°C) | 8h (I) | 1,215 | 603 | 118 | 18 | 3 |
| Ar condicionado (arrefecimento -23°C) | 8h (V) | 1,275 | 612 | 119 | 18 | 3 |
| 1 Extrator de ar | 0,5h | 0,060 | 7 | 1 | 0 | 2 |
| <i>Especializado</i> | - | - | 511 | 100 | 15 | - |
| Especializado + residual | 1 semana | 10,000 | 511 | 100 | 15 | 4 |
| <i>Somatório</i> | - | - | 3 406 | 665 | 100 | - |



O consumo anual de eletricidade tem um custo total associado de 1 045 €. Nos meses de verão, o consumo é 10% inferior em comparação com o inverno. A confrontação entre a estimativa efetuada e as

leituras reais das faturas de eletricidade revelou um erro médio, em módulo, de 2% para os quatro períodos analisados.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 108 | 101 | 95 | 106 | 108 | 44 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 3 | 3 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Desligar durante o período de férias | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 15 | 13 | 10 | 138 | 231 | 125 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 62 | 62 | 62 | 17 | 17 | 8 |
| Climatização | Reabilitação da vertente construtiva | 64 | 64 | 64 | 3 000 | 3 000 | 3 000 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 41 | 41 | 41 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 295 | 284 | 276 | 3 267 | 3 362 | 3 179 |

Potencial com rentabilidade alta:

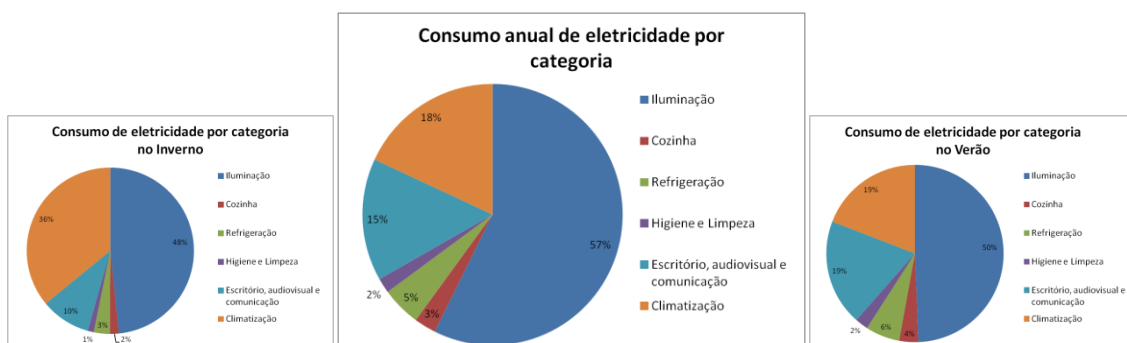
| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|--------------------------------------|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 106 | 99 | 94 | 86 | 92 | 36 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 3 | 3 | 6 | 6 | 2 |
| Refrigeração | Desligar durante o período de férias | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 62 | 62 | 62 | 17 | 17 | 8 |
| Climatização | Boas práticas no ar condicionado | 56 | 56 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 230 | 221 | 215 | 109 | 115 | 46 |

Espaço Telheiras

Este estabelecimento representa a categoria associação cultural, sendo o local dedicado a aulas de yoga e a outras atividades desportivas.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|---------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 1 822 | 356 | 57 | - |
| 2 Lâmpadas loja ao fundo | 3h (V), HF (I) | 0,100 | 195 | 38 | 6 | 2 |
| 2 Lâmpadas loja ao meio | 3h (V), HF (I) | 0,100 | 195 | 38 | 6 | 2 |
| 2 Lâmpadas loja à frente | 3h (V), HF (I) | 0,100 | 195 | 38 | 6 | 2 |
| 4 Lâmpadas loja ao pé da janela | 3h (V), HF (I) | 0,200 | 390 | 76 | 12 | 2 |
| 1 Candeeiro loja | 1h | 0,007 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 2 Lâmpadas WC | 3h | 0,100 | 92 | 18 | 3 | 2 |
| 2 Lâmpadas na montra | 6h | 0,120 | 195 | 38 | 6 | 2 |
| 1 Candeeiro no espelho | 6h | 0,007 | 11 | 2 | 0 | 2 |
| 4 Lâmpadas na sala de prática | 6h | 0,144 | 234 | 46 | 7 | 2 |
| 1 Candeeiro pequeno na sala | 6h | 0,007 | 11 | 2 | 0 | 2 |
| 2 Lâmpadas no teto do 1º andar | 6h | 0,100 | 162 | 32 | 5 | 2 |
| 2 Lâmpadas no armazém | 3h | 0,036 | 33 | 6 | 1 | 2 |
| 1 Lâmpada no armazém | 3h | 0,018 | 16 | 3 | 1 | 2 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-----|-----|-------|
| 1 Lâmpada no vestiário m. | 3h | 0,050 | 46 | 9 | 1 | 2 |
| 1 Lâmpada no vestiário f. | 3h | 0,050 | 46 | 9 | 1 | 2 |
| <i>Cozinha</i> | - | - | 86 | 17 | 3 | - |
| 1 Máquina de café | HF até às 13h | 0,144 | 36 | 7 | 1 | 1 |
| 1 Microondas | 2 por semana | 0,044 | 5 | 1 | 0 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,003 | 27 | 5 | 1 | O |
| 1 Torradeira | 2 por semana | 0,175 | 18 | 4 | 1 | 2 |
| <i>Refrigeração</i> | - | - | 155 | 30 | 5 | - |
| 1 Mini-frigorífico | 24h/365 dias | 0,018 | 155 | 30 | 5 | 1 |
| <i>Higiene e Limpeza</i> | - | - | 59 | 12 | 2 | - |
| 1 Aspirador | 10min/dia | 1,400 | 59 | 12 | 2 | 2 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 482 | 94 | 15 | - |
| 1 Portátil | 2ª 4ª e 6ª no HF, 3ª e 5ª 7h30-13h | 0,025 | 65 | 13 | 2 | 1 |
| 1 Rádio + 1 Amplificador | 2ª a 6ª no HF | 0,047 | 143 | 28 | 5 | 1 |
| 1 TV + 1 Box | 3ª e 5ª 7h30-10h | 0,514 | 130 | 25 | 4 | 1 |
| 1 Aparelhagem (sala de prática) | HF | 0,018 | 55 | 11 | 2 | 1 |
| 1 Telefone | 24h/365 dias | 0,001 | 9 | 2 | 0 | O |
| 1 Router | 24h/365 dias | 0,005 | 44 | 9 | 1 | O |
| Carregadores de dispositivos | 3 por semana | 0,007 | 1 | 0 | 0 | O |
| Consumo fantasma Impressora | Não utilização | 0,004 | 36 | 7 | 1 | O |
| <i>Climatização</i> | - | - | 574 | 112 | 18 | - |
| Ar condicionado (aquecimento-22°C) | 1h (I) | 0,930 | 58 | 11 | 2 | 3 |
| Ar condicionado (arrefecimento-20°C) | 3ª e 5ª 1h (V); 2ª, 4ª e 6ª 3h (V) | 0,810 | 116 | 23 | 4 | 3 |
| 2 Ventoinhas | 8h/semana (V) | 0,080 | 17 | 3 | 1 | 2 |
| 1 Extrator de ar (WC) | 0,5h/dia | 0,060 | 9 | 2 | 0 | 2 |
| 1 Radiador a óleo | 2ª, 4ª e 6ª 8h (I) | 1,260 | 375 | 73 | 12 | 2 + O |
| <i>Somatório</i> | - | - | 3 179 | 621 | 100 | - |



O consumo anual de eletricidade tem um custo total associado de 691 €. Nos meses de verão, o consumo é 48% inferior em comparação com o inverno. A confrontação entre a estimativa efetuada e as leituras reais das faturas de eletricidade revelou um erro de 3% para o único período analisado.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 301 | 282 | 276 | 183 | 221 | 91 |
| | Instalação de detetor de movimento | 3 | 5 | 5 | 49 | 49 | 39 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 7 | 4 | 4 | 13 | 13 | 5 |
| Refrigeração | Substituição por equipamento mais eficiente | 18 | 15 | 13 | 138 | 231 | 125 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 46 | 41 | 41 | 13 | 13 | 5 |
| Climatização | Substituição por equipamento mais eficiente | 61 | 59 | 56 | 2 183 | 1 212 | 934 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 16 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 451 | 421 | 410 | 2 578 | 1 738 | 1 198 |

Potencial com rentabilidade alta:

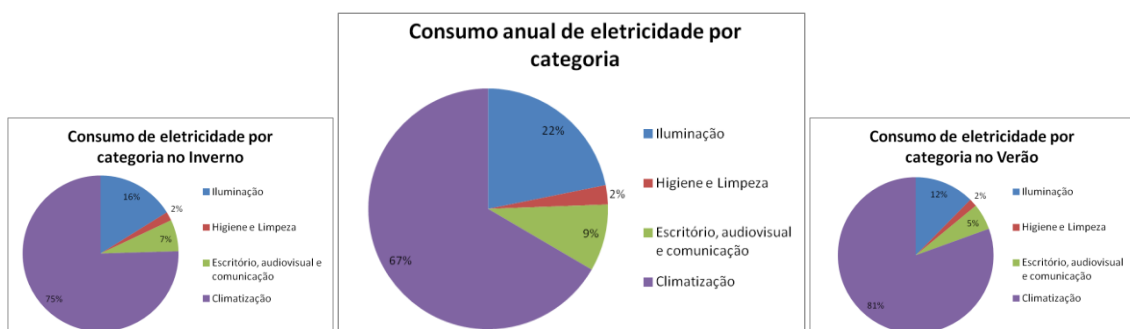
| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|----------------------------------|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 298 | 279 | 276 | 166 | 210 | 90 |
| Cozinha | Eliminação de consumos fantasma | 5 | 3 | 3 | 6 | 6 | 2 |
| Escritório | Eliminação de consumos fantasma | 46 | 41 | 41 | 13 | 13 | 5 |
| Climatização | Boas práticas no ar condicionado | 16 | 16 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 363 | 336 | 336 | 185 | 210 | 97 |

Equilíbrio Holístico

Este estabelecimento dedica-se à venda a retalho de farmacêuticos e a medicinas complementares.

| Equipamento elétrico | Indicador de uso | Medição Norm. (kWh) | Consumo (kWh/ano) | Custo anual c/IVA (€) | % | Método |
|--------------------------|------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|----|--------|
| <i>Iluminação</i> | - | - | 750 | 146 | 22 | - |
| 3 Lâmpadas gabinete 1 | 4h/dia | 0,126 | 122 | 24 | 4 | 2 |
| 7 Lâmpadas gabinete 2 | 4h/dia | 0,049 | 48 | 9 | 1 | 2 |
| 4 Lâmpadas gabinete 3 | 4h/dia | 0,028 | 27 | 5 | 1 | 2 |
| 4 Lâmpadas loja | HF + almoço | 0,036 | 84 | 16 | 2 | 2 |
| 6 Lâmpadas montra | 3h/dia | 0,420 | 369 | 72 | 11 | 2 |
| 2 Lâmpadas WC | 1h/dia | 0,052 | 15 | 3 | 0 | 2 |
| 2 Lâmpadas arrecadação | HF + almoço | 0,036 | 84 | 16 | 2 | 2 |
| <i>Higiene e Limpeza</i> | - | - | 89 | 17 | 3 | - |
| 1 Aspirador | 2 por semana | 1,700 | 89 | 17 | 3 | 2 |
| <i>Escritório</i> | - | - | 309 | 60 | 9 | - |
| 1 PC fixo + 1 Ecrã | HF + almoço | 0,041 | 96 | 19 | 3 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 24 | 5 | 1 | O |
| 1 Portátil | HF + almoço | 0,022 | 51 | 10 | 2 | O |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,005 | 30 | 6 | 1 | O |
| 1 Telefone | 24h/365 dias | 0,001 | 9 | 2 | 0 | O |
| Modem | 24h/365 dias | 0,005 | 44 | 9 | 1 | O |
| 1 Aparelhagem | 5h | 0,018 | 25 | 5 | 1 | O |

| | | | | | | |
|---|----------------|-------|-------|-----|-----|---|
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 31 | 6 | 1 | O |
| <i>Climatização</i> | - | - | 2 287 | 446 | 67 | - |
| Ar condicionado antigo (aquecimento-21°C) | 4h (I) | 1,840 | 478 | 93 | 14 | 3 |
| Ar condicionado antigo (arrefecimento-21°C) | 6h (V) | 1,700 | 602 | 117 | 18 | 3 |
| Ar condicionado novo (aquecimento-21°C) | 4h (I) | 1,030 | 268 | 52 | 8 | 3 |
| Ar condicionado novo (arrefecimento-21°C) | 6h (V) | 1,080 | 382 | 75 | 11 | 3 |
| Consumo fantasma | Não utilização | 0,004 | 29 | 6 | 1 | O |
| 1 Desumificador | 8h/dia | 0,271 | 528 | 103 | 15 | 1 |
| <i>Somatório</i> | - | - | 3 435 | 670 | 100 | - |



O consumo anual de eletricidade tem um custo total de 782 €. No verão, o consumo é 15% superior ao inverno. Neste estabelecimento, não foi possível efetuar comparações com leituras reais.

Potencial técnico:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---|--------------------|-------|--------|------------------|--------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 98 | 93 | 92 | 153 | 165 | 99 |
| | Instalação de detetor de movimento | 5 | 6 | 5 | 12 | 12 | 10 |
| | Instalação de detetor crepuscular | 5 | 5 | 5 | 14 | 14 | 8 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 25 | 22 | 22 | 19 | 19 | 7 |
| Climatização | Reabilitação da vertente construtiva | 91 | 91 | 91 | 7 300 | 7 300 | 7 300 |
| | Substituição por equipamento mais eficiente | 82 | 60 | 35 | 4 206 | 3 806 | 1 353 |
| | Boas práticas no ar condicionado | 47 | 47 | 47 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 355 | 326 | 300 | 11 704 | 11 316 | 8 777 |

Potencial com rentabilidade alta:

| Uso final | Medida de eficiência | Poupança anual (€) | | | Investimento (€) | | |
|--------------|---------------------------------------|--------------------|-------|--------|------------------|-------|--------|
| | | +efic. | Merc. | -cust. | +efic. | Merc. | -cust. |
| Iluminação | Substituição por LED | 86 | 83 | 82 | 132 | 136 | 91 |
| | Instalação de detetor de movimento | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 10 |
| | Instalação de detetor crepuscular | - | - | 5 | - | - | 8 |
| Escritório | Eliminação de consumos desnecessários | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| | Eliminação de consumos fantasma | 25 | 22 | 22 | 19 | 19 | 7 |
| Climatização | Boas práticas no ar condicionado | 64 | 64 | 64 | 0 | 0 | 0 |
| Total | Conjunto de medidas | 190 | 184 | 188 | 163 | 167 | 116 |

Anexos

Anexo 1 – Entrevista com a Associação Viver Telheiras

Jovem estudante ajuda comerciantes de Telheiras a reduzir custos energéticos

/ Maio 22, 2015 - 390

Chama-se Miguel Sequeira, tem 22 anos, é telheirense e no âmbito da tese de mestrado em Engenharia do Ambiente quer ajudar o comércio local do bairro a reduzir os consumos energéticos.

É estudante da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e quis focar-se no comércio local por ser pouco analisado. "E porque não Telheiras? É o meu bairro". E há muito por onde estudar.

O objectivo passa pela realização de auditorias energéticas em estabelecimentos deste sector e identificação de medidas de redução dos consumos de energia. O projecto já arrancou. Está na fase inicial: é altura de identificar os consumos para, em seguida, apontar as soluções, compreender as medidas mais eficazes. E isso tanto pode passar por mudar lâmpadas, equipamentos, como comportamentos. "Tão simples como desligar os computadores à hora de almoço quando não são necessários", explica.

Para já, o estudo centra-se em quatro estabelecimentos da rede [Comércio de Telheiras](#) mas a ideia é chegar a muitos mais, que serão depois divididos em áreas de análise: lojas; produtos refrigerados; cafés e restaurantes; cabeleireiros;...

Miguel conta que a recepção dos comerciantes "tem sido muito boa". A análise é feita tendo sempre como ponto de partida o investimento e o tempo de retorno que os proprietários estão dispostos a suportar.

Até agora, pôde concluir que os estabelecimentos mais antigos têm consumos mais altos. Mas estima que, em média, seja possível alcançar uma redução de consumo entre 5 e 10%.

Nos próximos meses, orientado pelo Professor João Joanaz de Melo, vai centrar-se na inclusão de mais estabelecimentos no estudo para chegar a uma redução real dos custos e ajudar o comércio local do bairro a poupar energia.

/ Maio 22, 2015

Tags: Comércio De Telheiras Energia Estudante Poupança telheiras

Anexo 2 – Cartaz da 7ª edição do Festival de Teinhelas

[illegible]

**Eficiência Energética no Comércio de
Telheiras**
Apresentação dos resultados de um estudo
para tese de MIGUEL SEQUEIRA
19:30-20:15
Local: Lagar da Quinta de S. Vicente*